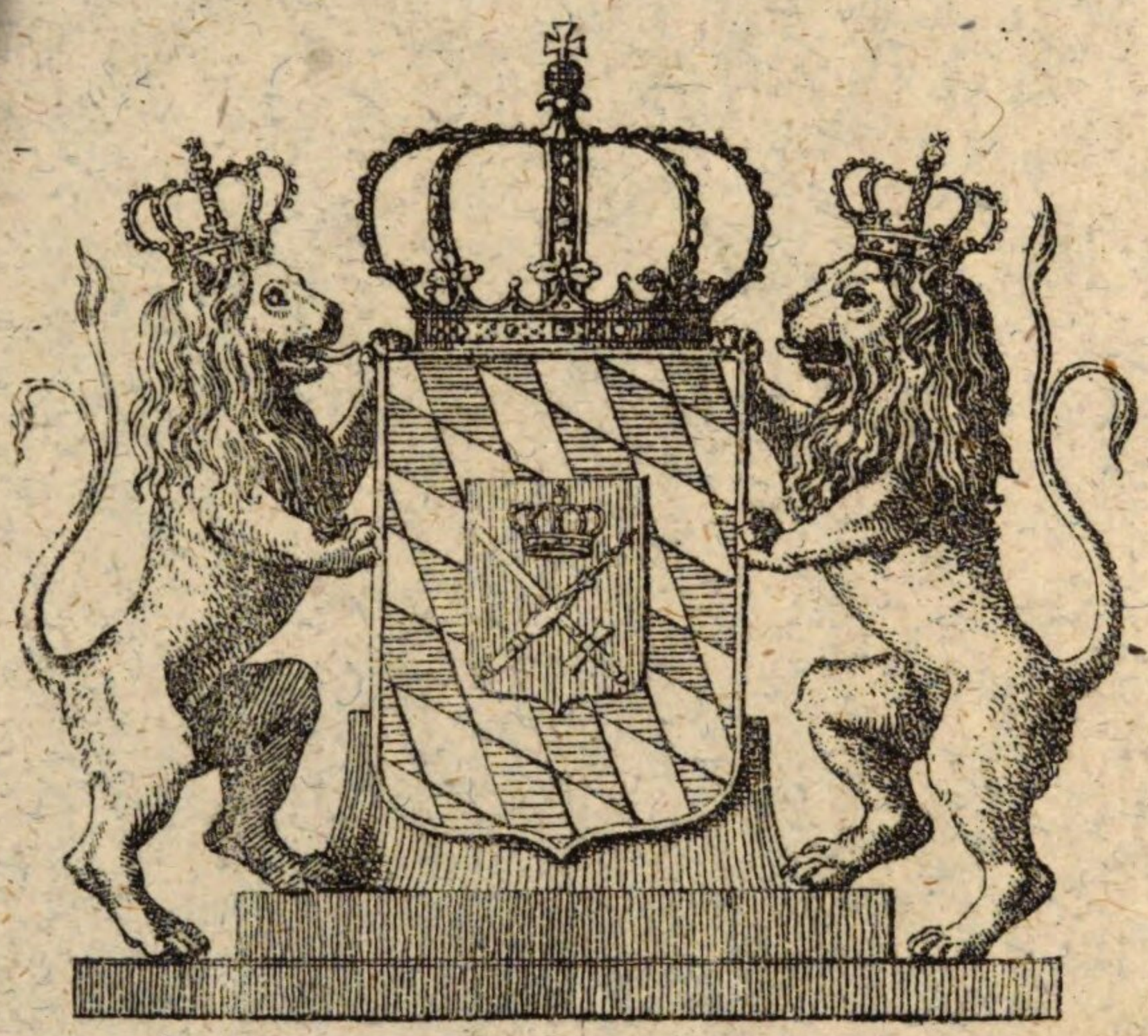
Anat.
466 f.

Ernst Bartels



KÖNIGLICH BAIERISHE HOF-
UND CENTRAL-BIBLIOTHEK.

<366237323300019 S

<366237323300019

Bayer. Staatsbibliothek

Die
Respiration
als
vom Gehirn abhängige
Bewegung
und als
chemischer Proceß,
nebst ihren
physiologischen und pathologischen
Abweichungen;

untersucht
von

D. Ernst Bartels,
ordentlichem Professor der Medicin an der Königlich Preußischen Universität zu Breslau.

Breslau,
bei Johann Friedrich Korn, d. ältern.
1813.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorrede.

Bei den einzelnen Abtheilungen dieser Schrift findet der Leser Vorreden und Nachreden, Ueberblicke, Winke und Geständnisse. Dies könnte mich einer Anrede an das Publikum hier zu Anfange ganz überheben; zumal da der Titel des Buchs, der nicht mehr sagt als er sagen darf, dessen Inhalt hinlänglich bezeichnet. Also hier nur ein paar Worte!

Eine ausführliche Untersuchung über die ganze Respiration ist seit den siebenziger Jahren des vorigen Jahrhunderts nicht geliefert worden. — Ich verstehe nämlich unter: Respi-

ration, den ganzen organischen Vorgang, unter: Athemholen, den organischen Mechanismus und unter: Athmen, insbesondere den organischen Chemismus jenes Vorganges. So habe ich auch im Buche selbst die Ausdrücke gebraucht, was zwar gewissermassen willkürlich ist aber doch zur Deutlichkeit dient. — Seit der genannten Zeit erschienen manche schätzenswerthe Beiträge; aber Spallanzani's Werk ausgenommen, das sich doch auch nur an das Chemische hält, nichts Umfassendes und in's Specielle Ausgeführtes über die Respiration. Es war also Zeit das Zerstreute, und zum Theil wider einander Streitende, zu sammeln, zu sichten und zu vereinigen. Doch wird man bald bemerken, diese Schrift sei nichts weniger als eigentliche Compilation; ich fürchte

mehr

mehr den Vorwurf, daß sie zu viel Neues und mir Eigenes enthalte. — Den in der neueren Zeit am meisten vernachlässigten organischen Mechanismus der Respiration habe ich am ausführlichsten abgehandelt; und die bis jetzt nur von Wenigen gemuthmaßte Abhängigkeit des Athemholens vom Gehirne vollständig entwickelt. Der Unterschied dieser Erörterung von eigentlichen Hypothesen (im gewöhnlichen tadelnden Sinne) wird ohne meine Beantwortung einleuchten. — Zu strenger und redlicher Prüfung forderte ich auch bei meinen vorigen Schriften schon auf, und sie ist ihnen zuweilen geworden; — zuweilen hingegen animose Bekrittelung, die ich eben so sehr verachte, als oberflächliches Lob mir widerlich ist.

Bei dieser Gesinnung werden verehrungswerthe Männer es mir nicht verargen, wenn

ich

ich ihre Ansichten zum Theil bestreiten mußte; Verdienste kann man nicht besser ehren, als durch Achtung gegen das Ganze und freien Widerspruch gegen das Einzelne. So ehren ja auch den großen Haller wir — seine Schüler!

Inhalts-

Inhaltsverzeichniß.

Seite.

I. Der organische Mechanismus des Athemholens. . . . 1

A. Vervollkommnung der Respiration im Thierreiche für die Nerventhätigkeit. . . 4

B. Abnehmende Unterordnung der sich vervollkommnenden Respiration unter die Willkür. . 15

C. Zunehmende Abhängigkeit d. R. vom unwillkürlichen Bewustsein bei vermindertem Willenseinflusse.

Verhalten des Athemholens bei Affecten überhaupt. . . . 25

Verhalten des Athemholens bei Freude und Traurigkeit. . . 27

Verhalten des Athemholens beim Schrecken. 28

Verhalten des Athemholens bei andern Anspannungen des Bewustseins. . 29

Folgerungen. . . . 33

D. Abhängigkeit des Athemholens von bewustloser Gehirnaction. 36

Abweichung der Gehirnaction und des Athemholens bei der Ohnmacht. . 38

Abweichung bei der Apoplexie. . 42

Abweichung bei der Epilepsie. . 45

Abweichung beim magnetischen Schlafe. . 48

Abweichung beim gewöhnlichen Schlafe. . 50

Folgerungen. . . . 53

E. Schon

Seite.

E. Schon vorhandene Untersuchungen über die Respirationsbewegung. . . . 54

1. Ueber die Organe, durch welche jene Bewegung zunächst vollbracht wird. . . 57

Bewegung des Zwerchmuskels und anderer am Thorax befestigter Muskeln 58

Bewegung der Lungen . . 60

Gegensatz der Lungen- und der Zwerchmuskelbewegung . . 64

Beitrag der Verengerung und Erweiterung des Thorax zur Lungenbewegung 65

2. Ueber die Theile, wovon die respirirenden Organe zunächst regirt werden. . . 67

Abhängigkeit der Zwerchmuskelbewegung von den Zwerchmuskelnerven. . 70

Abhängigkeit der Lungenbewegung von den herumschweifenden Nerven. . 71

Versuche hierüber von Bichat. 72

Versuche hierüber von Dupuytren uud Dupuy. . 73

Versuche hierüber von Blainville. . . . 75

Versuche hierüber von Emmert. 76

Antagonismus der Lungennerven und der Zwerchmuskelnerven. . 82

3. Ueber die Theile, von denen der Impuls zur Respirationsbewegung ausgeht. . . 85

Aeltere Meinungen hierüber. . 85

Digression über die Bewegung des Hirns. . . 87

Roose's Ansicht von dem Verhältnisse des Hirns zur Respiration. . 90

Andere Schriftsteller neuerer Zeit, die kein solches als wesentlich gelten lassen. 94

Emmert's Anerkennung eines solchen Verhältnisses. . . 97

F. Anatomisch-physiologische Erörterung des organischen Mechanismus der Respiration.

Seite.

Skizze dieser Lehre in kurzen Sätzen. 99

Weitere Ausführung derselben:

1. Der Zwerchmuskelnerve: ein Rückenmarksnerve. . . 103
   Seine übrigen Verknüpfungen. . 105
2. Der herumschweifende Nerve: ein Hirnnerve. . . 106
   Seine Verknüpfungen, vorzüglich die mit dem Beinerven. . . 109
   Stufenfolge in seiner Verzweigung. . 111
3. Die unwillkürliche Action des Zwerchmuskelnerven, abhängig vom Rückenmarke. . 112
   Vergleichung derselben mit der anderer Muskelnerven. . . 114
   Verhältniß des Gangliensystems zu jener Action. . . . 115
   Verhältniß des Gangliensystems zu der Action des Rückenmarkes. . 116
4. Die Action der Lungennerven, abhängig vom Hirne. . 117
   Verhältniß ihrer Wichtigkeit für's Athemholen zu der des Zwerchmuskelnerven. . . . ,118
   Warum die Durchschneidung der Lungennervenstämme nicht absolut tödtlich sei. . . . 119
5. Die Rückenmarksaction als Impuls zum Einathmen und die Hirnaction als Impuls zum Ausathmen. . . 122
   Einfluß der Rückenmarksaction auf die Nerven der Zwischenrippenmuskeln. 123
   Vorzüglichere Wirkung der Verletzungen der herumschweifenden Nerven auf das Ausathmen als auf das Einathmen.. 124
   Beschaffenheit dieser Nerven bei anderen Thieren. . . 126
   Das verlängerte Mark als eigentlicher Centraltheil der herumschweifenden Nerven. . . . 126
   Verhältniß derselben zum kleinen Hirn und dessen Verletzungen. . 128

6. Athem-

Seite.

6. Athemholen bewirkende Wechselthätigkeit des Hirns und des Rückenmarkes. . . 130
Erfolg der Verletzungen des Rückenmarkes, an verschiedenen Stellen, für jene Wechselthätigkeit. . . 133
Antagonistische Natur derselben. . 136
Blick auf das sie vermittelnde Agens. 137

7. Begünstigung des Wiedereinathmens durch Anhäufung des Venenblutes im Hirne beim Ausathmen. . . 140
Bichat's Versuche über die Wirkung des Venenblutes auf das Hirn. . 141
Directe und indirecte Wirkung jenes Blutes; letztere als die regelmäßige. 142
Vergleichung der richtigen Ansicht von jener Wirkung mit der Roose'schen. 143
Verhältniß des verlängerten Markes in'sbesondere zu jener Anhäufung. . 144

8. Anforderung des Ausathmens durch Zunahme des Arterienblutes im Hirne beim Einathmen. 145
Autenrieth's Winke hierüber. . 147
Wie das Rückenmark, und besonders die Ursprungsstelle des Zwerchmuskelnerven, von jenem Blutwechsel wenig getroffen werde. . 148

9. Selbstausdehnung des Zwerchmuskels bei nachlassendem Nerven-Impulse. . . 151
Beseitigung des von den Schließmuskeln herzunehmenden Einwurfes. . 152
Mitwirkung der Bauchmuskeln und ihrer Nerven zum Ausathmen. . 154
Wie sich der unterste Theil des Rückenmarkes, als die Ursprungsstelle dieser Nerven, hierbei verhalte. . 155

10. Selbstausdehnung der Lunge beim Nachlassen des Nervenimpulses. . . 156
Bemerkungen über den Tonus in sehr weichen Theilen. . . 156

Seite.

Wie zum Ausathmen und Einathmen die Expansion des Zwerchmuskels und der Lunge nur ein Beitrag sei. . 157

11. Ausdehnungsbestreben der gehörig entwickelten Lungen.
Respiratio prima. . 159
Hinderniße des ersten Athmens. . 159
Impuls dazu vom Herzen. . 160
Begünstigender Reiz der Atmosphäre. 162
Frühere Thätigkeit des größeren Lungenflügels. . . 162
Mitwirkung des Zwerchmuskels und des Rückenmarkes zum ersten Einathmen. . . . 163
Verhalten des Hirns bei demselben. 165

12. Reizung des Hirns durch das erste Einathmen zum Impulse für das erste Ausathmen. . 166
Vom Rückenmarke und vom herumschweifenden Nerven aus geschehende Anregung. . . . 166
Was sonst zum ersten Ausathmen mitwirke. . . . 167
Zusammenwirken des Organismus überhaupt, für's erste Athemholen. . 168
Verschiedenheit der Wege zu seiner Erweckung. . . . 169

13. Anregung des Rückenmarkes durch das Hirn für wiederholte Einathmungen. . . 169
Mithelfen der Willensaction bei den ersten Athemzügen. . . 169
Warum der Zwerchmuskel sich freier expandire als andere Muskeln. . 170
Arten der Wiedererweckung des unterbrochenen Athemholens. . 171

14. Anregung des Hirns durch das Rückenmark für wiederholte Ausathmungen. . . 172
Verhältniß dieser Anregung zu der durch das Arterienblut. . 172
Wesentlicher Nutzen des Beinerven (n. accessor. Willisii) und seines sonderbaren Verlaufes für das Athemholen. . . . 174

15. Das

Seite.

15. Das Ganze der antagonistischen Wechselwirkung zwischen dem Gehirne und den Respirationsorganen. . . 176
Untergeordnete Rolle des Zwerchmuskels hierbei, verglichen mit der der Lungen. . . . 179
Schlußbemerkungen zu I. . 181

II. Die consensuellen Verhältnisse und die Abweichungen des Athemholens. . . . 185

A. Verknüpfungen der Respirationsorgane. . . . 189
mit dem Herzen. . . . 190
mit den Eingeweiden und Nerven der Bauchhöhle. . . . 191
der Nerven der Respirationsorgane unter einander und mit dem sympathischen. . 193
derselben mit verschiedenen Hirnnervenpaaren 193
des Rückenmarkes, als dominirenden Organs für die Respiration, mit dem sympathischen Systeme. . . 194
Erinnerungen in Beziehungen auf das Folgende. . . . 195

B. Baldvorübergehende Abweichungen der Respirationsbewegung. . . . 196

1. Seufzen. . . . 197
Verschiedene Entstehungsweisen desselben. 198
Aechzen. . . . 201
2. Gähnen. . . . 201
Seine verschiedene Entstehung vom Gangliensystem aus. . . 202
Seine Entstehung vom Hirn aus. . 203
Genauere Vergleichung hierin mit dem Seufzen. . . . 204
Erklärung der Nebenerscheinungen des Gähnens. . . . 206
3. Niesen. . . . 214
Nebenerscheinungen bei demselben. . 220

Niesen

Seite.

Niesen als krampfhafter Vorgang; verglichen mit dem Gähnen. . 221
Niesen von Reizung der Augennerven. 222
Niesen als gutes Zeichen. . 223
4. Husten. . . . 223
Vergleichung mit dem Niesen. . 231
Abarten des Hustens. — Keuchhusten. 233
Willkürliches Husten — Räuspern. . 234
5. Lachen. . . . 234
Seine Muskelbewegung, worin es besteht. . . . 240
Vergleichung mit Husten, Niesen und Gähnen. . . . 241
Krankhaftes Lachen. . . 242
6. Weinen. . . . 243
Vergleichung mit Lachen und Niesen. 246
7. Schluchzen und Schuck singultus. 250
Verschiedene Gefährlichkeit des letzteren. 253
Sein Periodisches. . . 254
8. Keuchen. . . . 254
Verhältniß des Pulses zum Athemholen. 256
C. Andauernde Abweichungen der Respirationsbewegung. . 257
1. Veränderung des Athemholens durch Willenseinfluß. . 257
Rückenmark als hauptsächlichstes Organ der Willkür. . . 259
Willkürliches Verlangsamen und Beschleunigen des Athemholens. . 260
Willkürliches Verstärken desselben. . 261
Willkürliches Hemmen desselben; (nixus). 262
Willkürliches langes Beharren im Einathmen oder Ausathmen. — Ob man sich dadurch tödten könne. . 263
Gründe des inneren Zwanges zur Fortsetzung des Athemholens. . 265
Mannigfaltige Einwirkung des Willens auf die specifischen Abweichungen (B.) . . . 267
2. Veränderung des Athemholens durch Schlaf. . . 270
(mit Beziehung auf I. D.)

Seite.

Langsamkeit und Tiefe. . . 271
Deutlichere Pause zwischen Einathmen und Ausathmen. . . 274
Längere Dauer des Ausathmens als des Einathmens. . . 276
Vergleichung des Athemholens im Schlafe mit dem Gähnen. . 278
Stärkere Venosität im Schlafe, besonders in Beziehung auf's Hirn. , 279
Wann ist das Athemholen am vollkommensten? . . 280
3. Abweichungen des Athemholens in Krankheiten. . 281
(Theoretische Erläuterung von I. D.)
Abweichungen von regelwidrigen Gehirnzuständen. . . 284
Abweichungen von regelwidrigen Zuständen der Respirationsorgane und deren Nerven. — Asthma. . . 286
Schlußbemerkungen zu II. . 287

III. Der organisch-chemische Proceß des Athmens. . . 289
A. Reinchemische Ansicht des Athmens. . . . 296
Das Athmen des Menschen, bloß chemisch betrachtet. . . . 304
Das Athmen anderer Thiere, bloß chemisch betrachtet. . . . 305
der Säugethiere und Vögel. . 305
— Amphibien und Fische. . 306
— wirbellosen Thiere. . 308
Stufenfolge im Thierreiche in Hinsicht auf die Assimilation beim Athmen. . 310
B. Physikalische Ansicht des Athmens. . . . 311
Blutfarbe als Hauptgegenstand derselben. 313
Stärkere Oxydirtheit des Eisens im Arteriencruor. . . . 316
Warum bei dieser das Imponderabele das Wesentliche sei. . . 318
Verschiedene Ansichten über das Woher bei diesem Imponderabeln. . . 319

Wider-

Seite.

Widerlegung der galvanistischen Erklärung des Athmens. . . . 324

und ieder geradezu aus der atmosphärischen Elektricität hergenommenen. 333

Wodurch die unleugbaren Wirkungen dieser Elektricität auf die Respiration geschehen. 334

Andere ähnliche Wirkungen. . . 335

Räthselhaftes Gleichbleiben des Ponderabeln in der zum Athmen gebrauchten Luft unter besondern Umständen, wo dann das Untauglichwerden der Luft zum Athmen mehr im Imponderabeln zu liegen scheint. . . . 336

Folgerungen aus dem Inhalte von B. . 238

C. Physiologische Ansicht des Respirationschemismus. . 340

Kohlensäure der ausgeathmeten Luft als Wendepunkt dieser Untersuchung. . 342

Wodurch die Blutkohle zu ihrem Uebergange in die Luft verflüchtiget werde. . 344

Eintritt des Sauerstoffes der Luft in das Blut der Lungen und sein Rücktritt aus diesem in jene. . . . 345

Möglichkeit des Durchganges ponderabler Stoffe durch lebendige und todte Membranen. . . 345

Entschiedene Wirklichkeit jenes Durchganges durch die Häute der feinen Blutgefäße der Lungen. . 346

Organische Poren dieser Gefäße, die in die Luftgefäße führen. . 348

Wasserdampf als Vehikel der übrigen hindurchgehenden Stoffe. . 350

Rücktritt jenes Sauerstoffes in Verbindung mit dem Kohlenstoffe, als Kohlensäure. . . 351

Anziehung des Sauerstoffes zum Cruor und Abstoßung der Kohlensäure zu demselben. . . . 352

Bildung der Kohlensäure im Blute der Lungen. . . 353

Das Eisen des Cruors als Vermittler dieser Bildung in so schwacher Temperatur. 354

Ueber-

Seite.

Uebertritt von imponderabelem Inhalte des atmosphärischen Sauerstoffes an jenes Eisen. . . 356
Folgerung für die thierische Wärme. . 357
Vermuthliche Wirkungsweise des Mineralaugensalzes bei Bildung der Blutfarbe. . . . 359
Erklärung der Wirkungen des Galvanismus auf das Blut. . . 360
Verschiedenheit des hier Vorgetragenen von den oben (B.) bestrittenen Ansichten. 361
Vergleichung des Respirationschemismus anderer Thiere. . 363
Grund der dunkleren Blutfarbe solcher die dabei Sauerstoff absorbiren. . 364
Annäherung des Athmens bei diesen zur Hautfunction. . . 365
Grund ihrer Kaltblütigkeit. . 366
Zusammenhang der Absorbtion des Stickstoffs mit der des Sauerstoffs. 367
Scheinbare Degradation menschlichen Athmens zum thierischen. . 368
Dunkelheiten des Respirationschemismus durch die der Sanguification. . 369
Organische Thätigkeit des Lungen-Parenchyma. . . 370
Correspondenz derselben mit dem Respirationschemismus. . . 373
Ihre Vergröberung in andern Thierklassen. . . . 376
Damit zunehmende Fähigkeit, allerlei Stoffe aufzunehmen. . . 377
Besondere Schädlichkeit des oxydirten Kohlenstoffes. . . 378
Wirkung dieses Stoffes und des mangelnden Oxygeneinflusses auf's menschliche Hirn. . . . 378
Rückblick auf das Ganze. . 379

I.

Der

organiſche Mechanismus

des

Athemholens

und

seine Verknüpfung

mit der

Gehirnthätigkeit.

Zwei Hauptgesichtspunkte sind es, unter denen das ganze Athmungsgeschäft betrachtet werden kann; — denn es ist einerseits ein durch die Gesetze des thierischen Lebens geregelter physikalisch-chemischer Vorgang, und gehört in so fern in das Gebiet der thierischen Ernährungsthätigkeit oder der Reproduction; andererseits aber ist es eine sehr zusammengesetzte thierische Bewegung, ein bewundernswürdig verwickelter Vorgang im Gebiete der Irritabilität.

Die Lehre vom organischen Chemismus des Athmens ist in ihrer einigermaßen achtungswerthen Gestalt noch gar nicht alt, sondern erst seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts entstanden; da das früher darüber Vorkommende großentheils in chemischer Hinsicht irrig und aus leeren Muthmaßungen entsprossen ist. — Aber die Betrachtung des organischen Mechanismus des Athmens ist, die Berichtigung einzelner Punkte und einige mit allzu beschränktem Zwecke angestellte Experimente abgerechnet, seit Haller nicht viel weiter gekommen. Dieser große Mann, obgleich hier und da durch ein theoretisches

Vorurtheil getäuscht, erwarb sich um jene Lehre Verdienste, vor deren Größe sich zu beugen allen seinen Nachfolgern zum Ruhme gereichen wird. Die Aufklärungen aber, die er darüber gab, betrafen hauptsächlich die Bewegungen der zum Athmen dienenden Werkzeuge selbst und ihre zunächst vor Augen liegenden Gründe; — über das tiefere innere Verhältniß und besonders über die Rolle des Nervensystems bei jener Function irrte er sich fast gänzlich. Man hat nachher ein paar schwache Versuche gemacht, sich hierin mehr Licht zu verschaffen. Indeß ist dies bei der ungeheuren natürlichen Verwickelung des Vorganges selbst nur durch große Geduld und Anstrengung möglich.

Ehe wir nun daran gehen, eine in sich zusammenhängende gründlichere Ansicht des Athemholens aufzustellen, müssen wir diesen Vorgang erst durch mancherlei Verhältnisse, in verschiedenen Thierklassen, Krankheitszuständen u. s. w. verfolgen.

A. Zunehmende Vervollkommung der Respiration im Thierreiche zum Behuf der zunehmenden Entwickelung der Nerventhätigkeit.

Die Seele ist das eigentliche Thier; dessen nächsten wesentlichen Leib das Nervensystem bildet, und dessen unentbehrlichste Lebensverrichtung die Athmungswerkzeuge ausüben. —

Es

Es werden nach und nach bei immer mehrern thierischen Geschöpfen, wo man sie sonst entweder gar nicht kannte oder doch bezweifelte, Nerventheile entdeckt; und man darf annehmen, daß ohne sie kein solches Geschöpf von einer nur etwas bestimmteren organischen Bildung existire; dahingegen die eigentlichen Polypen die bei ihnen verwirklichte Möglichkeit des Beseeltseins ohne ein bestimmteres Seelenorgan nur der untersten Entwicklungsstufe verdanken, die sie in der gesammten Thierheit einnehmen, und der damit verknüpften Unbestimmtheit und Gleichartigkeit ihrer organischen Masse, wobei es zur Bildung eines individuell-organisirten Innern des Körpers überhaupt noch nicht kommt. —

Auch Respirationsorgane haben die Untersuchungen neuerer Zeiten bei den meisten Thieren nachgewiesen; man enthüllt auch jetzt noch immer mehr ihr Dasein und ihre Verrichtung bei solchen, wo zugleich das, vorher nicht gehörig gekannte Nervensystem mehr in's Licht tritt. Und so wird man bald die der Respirationsorgane und der Nerven entbehrenden thierähnlichen Geschöpfe von dem eigentlichen Thierreiche, das überall jene Organe zugleich besitzt, bestimmter absondern, und in die weniger individualisirte, gleichsam eine Mittelregion bildende, Zoophytenwelt verweisen können. —

Weder diesen unbestimmteren Organisationen, die dem übrigen individuellen Leben zur Basis dienen, noch dem Pflanzenreiche, ist eine eigentliche Respiration

tion eigen; indem bei letzterm vielmehr Luft und Luftgefäße einen nähern Antheil an der gröbern Ernährung haben. Selbst bei gewissen Thieren, bei den Insecten namentlich, scheinen die Organe des Athmens noch mit ihrer Thätigkeit halb wenigstens eben diesem, mehr dem Pflanzenleben angemessenen, Zwecke zu dienen. Zwar enthalten die von der äußern Oberfläche ausgehenden Gefäße der Insecten nur Luft, und nicht wie bei den Pflanzen zum Theil auch Saft; aber die Luftgefäße jener Thiere treten unmittelbar an die verschiedensten Organe des Körpers, und scheinen diesen nicht blos ein feineres excitirendes und belebendes Agens, sondern auch wirkliche Nahrung zuzuführen. — Eine solche Einrichtung stimmt mit der übrigen Analogie, die zwischen der Entwickelung der Pflanzen und der der Insecten obwaltet, sehr wohl überein; während andere Thiere, deren ganze Natur und Entwickelung vollkommener thierisch ist, sich hierin anders verhalten. —

Die allgemeinere Bestimmung der Athmungswerkzeuge im Thierreiche ist nämlich die: mit einem Apparate von unter einander zusammenhängenden saftführenden Kanälen (woran es den Insecten fehlt) in Verbindung zu treten; und die in solchen Gefäßverzweigungen enthaltene Flüssigkeit zu einer höhern Stufe der Animalisation und einer den eigentlich thierischen Lebensäußerungen angemessenen Mischungsbeschaffenheit zu bringen. — Bei den Insecten ist der Folgen eines solchen Einflusses die Organisation

und

und der so lebendig sich äußernde Organismus ohne Zweifel nicht beraubt; aber jener Einfluß wirkt bei ihnen mehr unmittelbar auf die verschiedenen Organe und die sich bildende feste Substanz des Körpers, welche von den Verzweigungen der Luftgefäße geradezu durchsponnen werden. Eben dies kann man als einen Grund der außerordentlichen Lebhaftigkeit des animalischen Lebensprocesses, und als ein Mittel zu der in dieser Hinsicht gleichsam übertriebenen Entwickelung der Insecten betrachten. —

Wäre in der Organisation des Thierreichs kein Nervensystem, so bedürfte die Säftemasse und überhaupt die Körpermasse jener Vervollkommung und feineren Ausbildung nicht, die durch die Athmungswerkzeuge darin hervorgebracht wird; sondern sie könnte alsdann jene noch unentwickeltere und weniger durch hervorstechende Qualitäten sich auszeichnende Mischung haben, welche dem allgemeineren innern Nahrungssafte der Vegetabilien eigen ist. Aber der mit Aeußerungen der Sensibilität und einer freieren Irritabilität verknüpfte Lebensproceß im Thierreiche fordert allerdings jene ausgearbeitere Säftemischung welche durch Respiration bedingt ist; und nun ist die allgemeinere innere Nahrungsflüssigkeit etwas mehr, als ein bloßes Product der Vegetation; sie ist ein eigentlich thierischer Saft und zeichnet bei der von Stufe zu Stufe höher steigenden Entwickelung des Thierreichs sich als solcher immer mehr aus. Mit andern Worten: nur die Thiere haben Blut, und zwar ein

desto vollkommneres, desto mehr von bloß vegetabilischer Mischung abweichendes, je höher die Stufe ist, auf der sie als Thiere stehen; — bei den Insecten ist die allgemeinere ihren Körper erfüllende Säftemasse vielleicht von den Luftgefäßen des Nahrungskanals aus schon auf ähnliche Weise verändert, übrigens aber kann man die Organe dieser Thiere, selbst in Hinsicht ihrer festen Substanz, zugleich noch gewissermaßen als Blut (in obigem Sinne) betrachten, da bei ihnen eben die Organe geradezu mit den Luftkanälen verbunden sind und durch diese ohne andere Vermittelung selbst respiriren; — bei den Pflanzen aber und den pflanzenähnlichen Organisationen der untersten Stufe des Reiches lebender Geschöpfe findet sich zwar eine innere Nahrungsflüssigkeit, die aber kein Blut, kein durch freiere Qualität gleichsam begeisteter Saft, ist; und wenn auch die Atmosphäre an der Ernährung der Pflanzen ihren Antheil hat, so wirkt sie doch auf dieselben nicht als Stoff der Respiration, sondern als Nahrungsstoff, nicht sowohl als Luft, als Fluidum, sondern fast nur als ponderable asimilirbare Materie. *) —

Aber

*) Es versteht sich von selbst, daß der innere Nahrungssaft der Thiere, um in dem hier untergelegten Sinne Blut zu sein, nicht nothwendig eine rothe Farbe haben muß; obgleich eine durchgängige Färbung dieser Art bei jenem Safte ein Ausdruck seiner höher gesteigerten

Aber die mit einem Saftgefäßsystem (im weitern Sinne dieses Worts) begabten Thiere bereiten sich ihr Blut nicht bloß für das Nervensystem und dessen eigenthümliche Ernährung; es gelangt vielmehr auch zu andern ihrer Beschaffenheit und Bestimmung nach von jenem ganz verschiedenen Organen des Körpers. Und bei den Insecten führen die Tracheen die eingeathmete Luft nicht bloß zum Hirn und den übrigen Knoten des Ganglienstranges dieser Thiere, sondern sie versehen damit auch den Nahrungskanal und verschiedene andere Eingeweide, auch die Muskeln, die Genitalien u. s. w. — Wo nämlich sich ein Nervensystem bildet in der Organisation, da muß alles Uebrige in derselben sich jener höhern Bildung fügen und anpassen, und in seiner Textur und Mischung einen dem Nervenleben gehörig entsprechenden Charakter annehmen. Eben hierzu ist die Respiration an der die ganze Organisation Theil nimmt das Vermittelnde, die (entweder unmittelbarer, oder vermittelst der Circulation eines durch sie vervollkommneten Saftes) an alle wesentlicheren Theile des Körpers tritt, und ihnen allen eine Lebendigkeit einhaucht, wodurch sie mit dem Nervensysteme in Vollbringung der

---

ten Entwickelung und einer höhern Stufe ist, die die Sanguification erreicht hat. — Was italienische Naturforscher bei den zweischaligen Muscheln über die durch Respiration geschehende Sanguification derselben beobachtet haben, läßt sich dem Wesentlichen nach auch auf die übrigen Thiere der niederen Region anwenden.

der gesammten organischen Thätigkeit wetteifern können. — Man denke sich ein Nervensystem in einem Körper, dessen übrige Organisation nur pflanzenartig wäre; und das Ganze würde nicht Eine Organisation, es würde eine ungereimte und ungedeihliche Zusammensetzung nicht zusammen passender Bestandtheile sein! — Das Ganze muß also athmen, weil vom Nervensysteme aus dies Ganze beseelt ist. Die Respiration ist die Bedingung des Verkehrs zwischen dem Nervensysteme und der allgemeinern organischen Basis des Thierkörpers; des Verkehrs, so zu sagen, zwischen Seele und Leib. *) Sie ist die nothwendigste Function des Thierorganismus, die eigentliche thierische Lebensverrichtung; und das, was sie dem Körper zuführt und mittheilt (dies sei nun, was es sei, ponderabel oder imponderabel) ist der wahre Lebensstoff (pabulum vitae) der Thiere. Denn das Thier ist seinem Wesentlichen nach Seele und Nervensystem; seine, diesem Höhern zur Grundlage und zum nächsten

*) Die Sanguification, in ihrer Unabhängigkeit von der Respiration gedacht (wo sie dann aber eine Degradation des Blutes von Arterienblute zu Venenblute, oder auch, in der Nabelvene des noch jüngern Embryo und in gewissen Venen selbst beim erwachsenen Menschen, eine ursprüngliche Bereitung von solchem unvollkommnerem Blute ist) kann nicht als jenes Vermittelnde angesehen werden. Deshalb verbinden sich geradezu auch nur mit denjenigen Gefäßen Nerven, welche Träger des Respirationseinflusses sind, nämlich mit den Arterien, nicht aber mit den Venen. —

nächsten Tummelplatze dienende, Basis ist gleichsam Pflanze; und als Bindendes, Ausgleichendes und Einigendes tritt zwischen jene Beiden das System der Respirationsorgane mit seiner, das Nervenleben unterhaltenden und das niedere Leben im Thierkörper steigernden Thätigkeit. Athemholen ist das Band zwischen der Pflanze im Thiere und dem eigentlichen Thier im Thiere. —

Das Nervensystem selbst zeigt sich indeß auf den untern Stufen des Thierreichs gleichsam nur erst wie ein Rudiment, wie ein Keim zu dem, was es in den Thieren der obern Klassen und im Menschen ist. Zerstreute Knoten mit zwischentretenden Verbindungsstücken und von den Knoten ausgehenden Nerven bilden das Seelenorgan der zweischaligen Muscheln: man könnte sagen, sie hätten ein Gangliensystem ohne Cerebralsystem. Bei andern Mollusken hingegen (namentlich bei den eigentlichen Schnecken) findet man einen aus Nervensubstanz zusammengesetzten Ring, der wie ihr Gehirn angesehen werden könnte; und wie Strahlen von diesem ausgehenden Fäden: sie haben also gewissermaßen nur ein Cerebralsystem. Jedoch ist diese Bildung nebst der vorhergehenden als der unvollkommenste Anfang der Nervenproduction zu betrachten. In den Insecten zeigt sich ein Ganglienstrang mit einem Hauptknoten an seinem Anfange, der das Gehirn vorstellt; bei ihnen sind also jene beiden Bildungen schon vereinigt und gleichsam zusammengeschmolzen; und sie stehen in dieser

Hin-

Hinsicht über den Mollusken, vor denen sie auch in der Lebendigkeit der eigentlich thierischen Functionen den Vorrang haben. Der Ganglienstrang der Insecten ist weder Rückenmark, noch sympathischer Nerve; sondern beides zugleich und beides in Einem. Bei den mit Wirbeln versehenen Thieren trennt sich beides von einander immer bestimmter, und es tritt der (anatomisch so deutliche und physiologisch so wichtige) Gegensatz von Cerebralsystem und sympathischem Nervensystem immer auffallender und wirksamer hervor, indem zugleich das Gehirn sich immer mehr ausbildet, immer freier entwickelt, und über das Ganze des Nervensystems so wie über die ganze Organisation ein immer entschiedneres Uebergewicht erhält. — Die Vollkommenheit und Lebhaftigkeit der Respiration und die Größe ihres Einflusses auf das Blut und das organische Ganze geht der hier angedeuteten Entwickelung des Nervensystems parallel. — Je mehr aber das Blut und die feste Substanz der Organe (besonders der zum Gebiete der Irritabilität gehörigen) in ihrer Mischung und Qualität durch den Einfluß der Respiration bestimmt werden; desto mehr wird zugleich der ganze Organismus vom Nervensysteme bestimmt, und besonders von dessen Hauptttheile dem Gehirne aus das ganze thierische Leben regieret.*) Wirklich ist auch in den niedern Thieren die übrige

*) Eine so genaue Unterordnung und strenge Abhängigkeit des ganzen übrigen Lebens vom Nervenleben, wie sie

Körpermasse noch bedeutender im Verhältnisse zu ihrer Nervenmasse, am auffallendsten zu der des Gehirns; und so ist selbst noch bei Fischen und Amphibien im Verhältnisse zum Körper die Masse des wirklichen Blutes geringer, und dies wenigere Blut zugleich weniger ausgeprägt durch Respiration. *)

Alle dies zusammen genommen können wir ohne irgend eine Willkürlichkeit bei unsrer nachfolgenden Betrachtung von der Voraussetzung ausgehen: daß größtmögliche Vervollkommung und innere Ausbildung des Seelenorgans, nämlich

sie Brandis in seiner „Pathologie" mit eben so viel Wahrheit als Scharfsinn in einzelnen Functionen sogar nachgewiesen hat, kann man freilich nur erst bei den vollkommensten Thieren und dem Menschen antreffen, die hierin das Ziel sind, dem die ganze Entwickelung des Thierreichs entgegenstreckt. Darum ist bey niedern Thieren auch die Respiration, ihrem wirklichen Vorgange nach, noch von dem bewußtlosen organischen Processe im Nervensysteme viel weniger abhängig. Aber ihre wesentliche Beziehung ist dennoch bei allen Thieren dieselbe.

*) In einer mehr chemisch-physiologischen Beziehung, habe ich die Ansicht, wovon das Obige ein kurzer Abriß ist, in einem der physikalisch-mediciniſchen Societät zu Erlangen vorgelegten Aufsatze: über die Electricität des Nervensystems und des Blutes, zu entwickeln versucht. Meine gegenwärtige Absicht geht zunächst auf den organischen Mechanismus der Respiration. Doch werde ich nachher auch das Materielle derselben untersuchen, und mich dabei strenger, als in jenem mehr physikalischen Aufsatze an das eigentlich-Chemische halten.

lich des Nervensystems und insbesondere des Gehirns, das Ziel der ganzen Entwickelung des Thierreichs ist; daß die Respiration dem Wesentlichen nach eine dem Nervenleben und Hirnleben dienende Function ist, und ihr Einfluß auf die übrige Organisation nur darum statt findet, weil diese mit jenem in ein entsprechendes Verhältniß, und der gesammte organisch-chemische Proceß im Thiere zu einem gehörigen Gleichgewichte kommen muß; — daß aber mit steigender innerer Vervollkommung des Nervensystems und der übrigen Organisation zugleich der ganze Organismus enger geschlossen und alles Uebrige dem Nervenleben bestimmter untergeordnet wird; — und daß endlich eben darum in vollkommneren thierischen Organismus gerade zunächst und am wesentlichsten die Respiration vom Leben des Nervensystems, und vorzüglich vom Hirnleben in höherem Grade abhängig sein muß. —

Daß, dies Letztere wirklich so sei, und nicht bloß der Consequenz wegen angenommen werde, erhellet nicht unmittelbar, sondern muß erst noch näher nachgewiesen werden. Es ist aber gerade Das, worauf es hier ankommt; es ist der eigentliche Wendepunkt unsrer ganzen nachfolgenden Untersuchung.

B. Mit der Vervollkommung der Respiration abnehmende Unterordnung derselben unter die Willkür.

Auf den ersten Anblick könnte man gerade im Gegentheile das Athmen der Thiere niederer Klassen für vollkommner dem Nervensysteme untergeordnet halten, weil es im höhern Grade, als das der Säugethiere und Vögel von der Willkür abhängig sei. — Dies ist allerdings der Fall; und jene niedern Thiere können eben deshalb ihre Respirationsbewegung zu einem viel andauernderen Stillstande bringen, eine weit längere Pause im Athemholen machen; woraus sich zugleich die geringere Nothwendigkeit desselben zu ihrer Lebensfortdauer und sein nur erst schwächeres Eingreifen in ihre organische Thätigkeit abnehmen läßt. Molusken und Insecten versperren einer ihnen widrigen oder schädlichen Luft sehr lange den Zugang zu ihren Respirationsorganen, man sieht sie auch den Eingang dieser Organe bei manchen äußern Anfechtungen auf eine geraume Zeit verschließen, und bei den Insecten die von ihrem Athmen herrührende Bewegung des Hinterleibes ruhen, ohne daß deshalb der übrige Lebensproceß in Unthätigkeit versänke. Ja sogar die Amphibien, die doch schon durch wirkliche Lungen (d. h. durch eine in kiemenähnliches Gefäßgewebe sich hineinsenkende Luftröhre) athmen, nehmen in diese Lungen die Luft gewissermaßen noch so auf, wie Speise in den Magen aufgenommen wird; be-

halten sie nach Willkür darin zurück, verdauen sie gleichsam, und ziehen, wenn sie nicht wollen und die Umstände oder ihre eigenen Gefühle es widerrathen, längere Zeit hindurch keine neue Luft wieder ein. — Uebrigens erhellet bei solchen so willkürlich athmenden Thieren am deutlichsten, daß der Wille, bei ihnen wenigstens, geradezu auf die wesentlichen Theile des Respirationsapparats selbst wirken muß; zumal da der äußere Hülfsapparat bei ihnen noch nicht so entwickelt ist, daß man davon die Bewegung jener wesentlichen Theile herleiten, und sie als eine bloß mitgetheilte, gänzlich mechanische, möglicher Weise betrachten könnte. —

Bei den Säugethieren und dem Menschen herscht hingegen ein durchaus nothwendiger, anhaltender und sehr regelmäßiger Wechsel von Inspiration und Exspiration; der bei ihnen nicht unordentlich werden kann, ohne daß der ganze Organismus zugleich in Unordnung geräth; der in eine an völligen Stillstand gränzende Trägheit nur bei eben solcher Beschaffenheit des übrigen Lebens versinkt (im Winterschlafe einiger Thiere) und der nie auf lange Zeit wirklich cessirt, wenn nicht zugleich die ganze höhere wahrnehmbare Lebensthätigkeit, und namentlich die des Nervensystems ebenfalls so lange eine Pause macht (im Scheintode). — Die Thiere, denen ein solcher regelmäßiger Wechsel von Einathmen und Ausathmen eigen ist, athmen aber selbst im tiefsten Schlafe fort, wo man keinen Grund hat eine Fortdauer des

Bewußtseins und der Action der Willkür bei ihnen anzunehmen; und der Mensch holt Athem sogar in Krankheitszuständen, unter deren charakteristische Merkmale der Mangel des Bewußtseins gehört. Dies allein schon, wozu man noch mehrere andere Gründe fügen kann *), ist ein hinlänglicher Beweis, daß der regelmäßige Wechsel der Respiration an sich genommen eine Wirkung unwillkürlicher Triebfedern sein muß, und daß die Willkür ihn nur modificiren, verstärken, schwächen, ja auf eine kurze Zeit unterdrücken kann, ohne ihn eigentlich zu bewirken; was sie hingegen bei den Thieren anderer Klassen, entweder allein, oder wenigstens als nothwendiges Hülfsmoment, offenbar thun muß **). —

Gleich

*) Vergl. Roose's anthropologische Briefe (Leipz. 1813) pag. 118. sqq. — Der hier aus Reil's Archiv für die Physiol. Bd. 5. noch einmal abgedruckte Aufsatz „über die Willkür beim Athemholen" hat zuerst in dies Verhältniß Klarheit gebracht. Nur bleibt der Verfasser nicht consequent, wenn er hier den Schlaf mit als Grund aufführt; da er in einem andern Aufsatze Bewußtsein und Willkür fortwirken läßt selbst beim tiefsten Schlafe (l. c. p. 88.). Meine Meinung über diesen letzten Punkt habe ich schon mehrmals vorgetragen (Lehrb. d. Physiol. p. 104. 109.; ausführlicher: „Grundzüge einer Physiol. u. Physik des animal. Magnetism." p. 14. f. f.), und mag sie hier nicht wiederholt anführen.

**) Die niedern Thiere haben auch keinen wahren Schlaf, sondern gerathen nur unter gewissen Umständen

Gleich der obersten Thierklasse zeichnen auch die Vögel sich schon vor andern Thieren durch eine lebhafte Röthe ihres arteriösen Blutes, das vom venösen bei ihnen sich strenger unterscheidet (und durch eine hierauf beruhende bedeutende eigenthümliche Temperatur) sehr aus. Dies ist ein Effect ihres sehr lebhaften Athmungsprocesses, welcher an Extensität sogar den der Säugethiere noch übertrifft; da in den vielen mit den Lungen zusammenhängenden Luftbehältern gewissermassen die durch überall verbreitete Tracheen geschehende Respiration der Insecten sich in der Klasse der Vögel wiederholt. — Aber in der Entwickelung des Nervensystems und besonders des Gehirns, so wie in der freieren und energischeren inneren Thätigkeit dieser Theile, stehen die Vögel den Säugethieren bei weitem nach; und die Lebhaftigkeit, so wie der bedeutende Effect der Respiration bezieht sich bei jenen mehr auf die sehr überwiegende einseitige Entwickelung und die ungeheure Regsamkeit ihrer gesammten Irritabilität. Auf diese und ihre Aktion beziehen sich auch die Verstärkungen, so wie die Abänderungen und willkürlichen Hemmungen ihres Athmens; und es ist keinesweges eine oberflächlich teleologische, sondern eine mit der Bildungsweise des Organismus

der

---

in eine dem Scheintode ähnliche Erstarrung. Ob bei den Amphibien, wenn sie schlafen, das Athmen still stehe, oder wenigstens sehr schwach sei (was sich vermuthen läßt); darüber hat, so viel ich weiß, die Beobachtung noch nicht entschieden, obgleich es der Mühe werth wäre.

der Vögel genau zusammenhängende Ansicht: daß den Vögeln die mancherlei Luftbehälter auch dazu dienen, daß sie bei mancherlei schnellen oder anhaltenden Bewegungen seltner zu athmen brauchen *); indem wirklich auch die muskulöse Wand eines Theils jener Behälter noch unverbrauchte Luft aus ihnen in die Lungen zurücktreiben kann **). — Nehmen wir nun die ganze Einrichtung der Respiration bei diesen Thieren zusammen ***), so sehen wir: daß sie zwar dazu einer größern Menge und einer anhaltenderen weniger unterbrochenen Einwirkung der Luft bedürfen, als die Amphibien; daß sie aber dennoch in Hinsicht des Wechsels der Bewegung beim Athmen weniger gebunden und mehr ihrer Willkür überlassen sind, als die Säugethiere und der Mensch. Dies hängt damit zusammen, daß die Vögel keinen wahren Zwerchmuskel haben (welcher Zusammenhang aber erst weiter unten näher erhellen kann. —

Wir sehr bei einer strengen Regelmäßigkeit der Respirationsbewegung, und einen hierzu eingerichteten Thorax, auch die Intensität der Respiration gewinne, sieht man recht deutlich aus den interessanten Vergleichungen, welche Provençal und Humboldt in letzterer Hinsicht zwischen den Thieren verschiedener

*) S. Blumenbach's Handbuch der vergleichenden Anatomie, pag. 255.

**) Ebend. p. 230.

***) M. vergl. darüber auch C. L. Nitzsch de respiration animalium. Viteb. 1808. pag. 32.

Klassen anstellten *); woraus sich u. a. ergiebt, daß die Fische (ungeachtet alles Blut derselben durch die Kiemen gehen muß, da hingegen bei den Amphibien nicht alles durch die Lungen nothwendig seinen Weg nimmt) verglichen mit dem Menschen unbedeutend wenig Sauerstoff der Luft beim Athmen verbrauchen **); was um so merkwürdiger ist, da doch bei ihnen ein Theil des ponderabeln Sauerstoffs wirklich verschwindet und folglich in die Blutmasse aufgenommen wird, und dies beim Athmen des Menschen der Regel nach nicht geschieht. —

Das Athmen ist also um desto energischer, und greift in den Organismus desto mehr ein, je nothwendiger anhaltender und regelmäßiger die abwechselnde Bewegung der Respirationswerkzeuge ist; und in je bestimmteren und kürzeren Zwischenräumen hiermit zugleich die Luft in den, das Blut mit ihr in Wechselwirkung bringenden Organen erneuert wird. — Daß aber die Respirationsbewegung, je regelmäßiger und ununterbrochener sie ist, desto mehr auch von der

*) Untersuchungen über die Respiration der Fische (aus den Mémoires de Phys. et de Chim. de la Société d'Arcueil T. II. übers. im Neuen Journ. f. Chemie u. Physik, herausg. v. Schweigger. Bd. 1. Hft. 1.)

**) Bei einer Schleihe nur $\frac{1}{50000}$ von Dem, was der Mensch verbraucht, wenn man Lavoisiers Angabe zum Grunde lege. So wenig nun diese auch streng zutreffen möchte; so erhellet doch hinlänglich der ungeheure Unterschied.

der Willkür (diese als Ursache der Bewegung angesehen) unabhängig sei, und desto mehr in unwillkürlich wirkenden organischen Momenten ihren Grund haben müsse, wurde oben schon auseinandergesetzt. Der organische Proceß des Athmens ist folglich desto vollkommener, je weniger die ihn bedingende Bewegung von der Willkür abhängt.

Man würde überhaupt sehr irren, wenn man es für eine Vollkommenheit der auf die thierische Vegetation sich beziehenden Functionen hielte, von der Willkür abhängig zu sein. Weiter unten im Thierreiche ist Vieles noch dem Einflusse derselben ausgesetzt, was weiter oben sich davon losmacht. — So wie selbst die Lungen diesem Einflusse bei den Amphibien weit offenbarer und bestimmter gehorchen, als bei den obern Thierklassen; so möchte auch wol der Darmkanal und namentlich der Magen in seiner Bewegung demselben bei niedern Thieren noch unterworfen sein, was namentlich bei den Krebsen schon darum wahrscheinlich ist, weil sie ihre Zähne im Magen haben, und folglich mit dem Magen kauen. Ja es giebt allerdings Thiere, die sogar ihr Herz nach Willkür in Bewegung setzen oder ruhen lassen können, und wo das Organ, an welchem man so etwas bemerkt, unläugbar das Centralorgan der Saftbewegung in den Gefäßen ist, und für nichts anders als das Herz solcher Thiere gehalten werden

kann

kann *). — Ist nicht bei den Polypen der ganze Körper Organ der willkürlichen Bewegung? und darf man sich wundern, wenn die Trennung des Willkürlichen von dem Unwillkürlichen in den organischen Funktionen sich mit der Entwickelung des Thierreichs aus jener wenig individualisirten gleichförmigeren Grundlage (der Polypenbildung nämlich) stufenweise auch erst mehr entwickelt? Zu möglichster Perfection kann ja eine solche Trennung überhaupt erst bei deutlicherer Ausbildung des Gegensatzes zwischen dem ganglienreichen und dem vom Gehirne abhängenden Theile des Nervensystems gelangen: eines Gegensatzes, der selbst in der Klasse der Vögel noch ziemlich auffallende Lücken läßt. —

Die Respirationsbewegung aber wird nicht einmal bei den Säugethieren und dem Menschen von dem Willens-

*) Was Blumenbach (l. c. pag. 238. in der Anmerkung) hiergegen sagt, kann man in Beziehung auf das Räderthier gelten lassen (das zu einer Region gehört, wo noch überall kein Herz zu erwarten ist); wobei sich jedoch zeigt, daß es Geschöpfe giebt, die in zum Speisekanal gehörigen innerlichen Theilen eine willkürliche Bewegung haben. — Aber bei den zweischaligen Muscheln, durch deren Herz bekanntlich der Endtheil des Darmkanals hindurch geht, ist offenbar die Herzbewegung willkürlich. Ich habe mich hiervon bei den gewöhnlich in Deutschland vorkommenden Flußmuscheln überzeugt, bei denen ich, wenn sie bloß aus der Schale gelöst und übrigens unverletzt waren die Bewegung des (nahe an der Oberfläche unter dem Schlusse liegenden) Herzens bald stärker, bald schwächer werden, bald ruhen und bald wieder beginnen sah-

Willenseinflusse gänzlich frei, selbst die der wesentlichsten Respirationsorgane nicht: aber sie wird bei diesen vollkommensten thierischen Organisationen wenigstens unter Verhältnisse gesetzt, wobei nicht nur zu ihrer Fortdauer das Mitwirken der Willkür ganz überflüssig ist, sondern auch der Willenseinfluß in der innern und wesentlichen Einrichtung jener Bewegung einen starken, seine dreisten Anmaßungen immer sicher überwältigenden Widerstand findet. Denn der Mensch namentlich muß dem unwillkürlichen Drange zum Athmen, wenn er es auch unterdrücken wollte, durchaus nachgeben; was keineswegs bloß aus unangenehmer Empfindung herzuleiten ist *), über die vielmehr, wenn sie auch noch so heftig ist, ein kräftiger Wille immer Herr werden kann. — Gerade dies Automatische der Respirationsbewegung ist eine Vollkommenheit derselben, welche da eintreten muß, wo das Athmen für das Leben in höherem Grade nothwendig ist; wo das Blut allgemeiner und auffallender dadurch verändert wird; und wo die thierische Bewegung und Wärmeentwickelung, die Empfindungsthä-

*) Vergl. Roose's antrop. Briefe p. 124. sqq. Die ebend. pag. 121. (und pag. 127) vorkommende Vergleichung zwischen der Herzbewegung und der Respirationsbewegung hat übrigens Sprengel (Instit. physiol. P. I. pag. 473.) mißverstanden; denn Roose vergleicht beide nicht in Hinsicht auf den Willenseinfluß insbesondere er vergleicht sie nur in Hinsicht auf ihr Verhältniß zum Hirne und zum Bewußtsein überhaupt.

thätigkeit und die übrige Seelenaction von einer grö-ßern Blutmenge gleichsam die Quintessenz immer hinweg-nimmt, und in ihrem raschen lebendigen Fortgange ohne Aufhören verzehrt. Wollte man den bestimmte-ren vollkommneren Schlaf der obersten Thierklassen hiergegen zum Einwurfe machen, so ist zu bedenken, daß im Schlafe nur das Bewustsein (und auch dies-ses kaum) ruht; daß darin übrigens noch immer, selbst im Nervensysteme ein bedeutender Aufwand von Stoff und Kraft geschieht, und daß ja die im Schlafe statt findende Ersparung gerade dient, um den noch weit stärkern Aufwand während des wachen-den Zustandes möglich zu machen *). —

So wie nun eine vollkommnere, und größere Effect im Organismus hervorbringende Respirations-Bewegung zugleich eine organisch-nothwendigere, we-niger vom Willenseinflusse abhängige ist: so wird auf der andern Seite sich im Folgenden zeigen, daß dieselbe mit einer solchen Unabhängigkeit von dem willkürlichen Wirken des Nervensystems nicht auch von dessen Wirken überhaupt frei werde; sondern daß sie vielmehr umgekehrt der unwillkürlichen, und der bewustlosen, Thätigkeit des Nervensystems desto mehr Spielraum gebe, und desto strenger unterwor-fen sei.

C. Grö-

*) Manchen Lesern wird das hier Gesagte von selbst einleuchten. Die, welche einige der obigen Behauptungen et-wa bezweifeln sollten, muß ich bitten, die Erörterung in mei-nem Lehrb. der Physiol. Abschn. I. zu Rathe zu ziehen.

C. Größere Abhängigkeit der Respirationsbewegung von der mit dem unwillkürlichen Bewußtsein verknüpften Gehirnthätigkeit, bei verminderten Willenseinflusse.

Das Organ, von welchem der erste Impuls zu jener Nerventhätigkeit kommt die wir Willenseinfluß nennen, ist das Gehirn; worunter dem allgemeineren Sinne nach das gesammte höhere Centralorgan des Nervensystems, das Rückenmark nicht ausgenommen *), zu verstehen ist. — Die Willkür ist eine Modification des Bewußtseins, wobei dieses sich selbst und vermittelst dieser Selbstbestimmung zugleich ein Anderes außer ihm Liegendes bestimmt, und wozu dem Wesentlichen nach keine weitere Veranlassung nöthig ist. Die Affecten und Leidenschaften hingegen setzen immer, wie

*) Ich werde von nun an Gehirn nimmer in diesem Sinne nehmen, was mir um so passender scheint, da die Anfangssilbe Ge überhaupt eine collective Bedeutung hat; mit Hirn hingegen werde ich das eigentliche encephalum im Gegensatze des Rückenmarkes bezeichnen; und glaube, daß bei allgemeinerer Annahme dieser Unterscheidung viel Weitläufigkeit wegfiele. — Daß zunächst vorzüglich das Rückenmark Organ der Willkür sei, habe ich in der vorhin genannten Schrift dargethan. Auch die kopflosen Embryonen haben deshalb im Mutterleibe willkürliche Bewegung, und gleichen hierin Thierklassen, die überhaupt noch kein entwickeltes Hirn haben.

wie schon die Benennungen anzeigen, eine bestimmende Veranlassung voraus, wodurch gerade dies Bewußtsein als solches erst erweckt wird. Sie stimmen aber darin mit der Willkür überin, daß sie Bestrebungen der Seele, und kein bloßes Innewerden, wie die Wahrnehmungen sind; und sie machen als in Trieb übergehende höhere Gefühle gerade die wesentlichsten, so zu sagen im Centrum selbst wohnenden, Aeußerungen der entwickelteren Thierseele aus. Willkür ist zu dem das Niedere, jedem thierischen Geschöpfe und selbst dem Polypen Eigene. Affecten zeigen überhaupt nur Thiere von einer zusammengesetzteren Organisation, und mit einiger Deutlichkeit, Bestimmtheit und Mannigfaltigkeit nur höhere Thiere mit einem entwickeltern Hirne; — denn die Triebe zur Erhaltung und Vertheidigung des Lebens und zur Geschlechtsverbindung darf man an sich genommen nicht Affecten nennen, ungeachtet bei den höhern Thieren und dem Menschen Affecten zu ihnen hinzutreten. — So wie nun bei diesen die Willkür noch immer auf das Athmen einen, obwohl schon sehr beschränkten, Einfluß hat; so gewinnen anderseits eine viel auffallendere und in ihrer Wirkung weitergehende Herrschaft darüber bei ihnen die Affecten; und da diese vom Gehirne aus wirken, so ist ihre Herrschaft zugleich ein Beweis der bestimmenden Gewalt des Gehirns über das Athmen; (es sei denn, daß man Lust hätte, mit Bichat, die Affecten in der Brust entstehen zu lassen, wobei man aber zu-

gleich

gleich in diese auch das höhere Seelenorgan versetzen müßte). —

Insoferne die Affecten Aeußerungen des höhern psychischen Lebensgefühls sind, ist es natürlich daß ihre organischen Wirkungen in veränderter Thätigkeit (des Herzens und) der Respirationsorgane sich so vorzüglich offenbaren. Alle Affecten wirken auf das Athmen; die excitirenden beschleunigen es im Allgemeinen; die deprimirenden stören und erschweren es. Am ausgezeichnetsten aber ist die Wirkung der Freude und der Traurigkeit auf die Respirationsbewegung, die dadurch einen ganz eigenthümlichen, mit wahrhaft specifischen Aeußerungen verknüpften, Charakter annehmen kann. Wenn nemlich Respiration die wesentlichste Bedingung des Nervenlebens und insbesondere des Hirnlebens ist (vergl. A.); so müssen die wesentlichsten aller Affecten, nämlich die, in denen sich geradezu das höhere, psychische, Wohlbefinden und Uebelbefinden ausspricht, auch vor allen andern das Gebiet der Respiration zum Schauplatze ihrer organischen Wirkungen machen. Daher erregt die Freude, dieser in's Freie hinaus strebende Ausbruch des erhöhten Wohlseins der Seele, eine gleichsam tanzende Bewegung der Athmungswerkzeuge, nämlich das in wiederholten lebhaften Ausathmungen bestehende Lachen: — die in schmerzlichem Mißbehagen bestehende Traurigkeit hingegen, bei der die gekränkte Seele sich gleichsam in sich selbst zurückzieht, hat wenn sie als Affect wirkt Schluchzen und Weinen

zur

zur Folge, wobei die Freiheit des Ausathmens durch regelwidrige, und an sich selbst einem Zwängen ähnliche, Einathmungen gestört wird. —

Es ist hier nicht die Absicht, die organischen Wirkungen sämmtlicher Affecten einzeln durchzugehn; und als Beispiel ihrer Wirkung auf die Respiration scheint das Angeführte hinreichend, und sprechend genug zu sein. Doch muß noch eines Affects besonders erwähnt werden, wobei die Uebereinstimmung zwischen der Veränderung im Bewustsein, und den davon herrührenden im Athmen höchst auffallend ist. — Der Schrecken nämlich entsteht durch eine, plötzlich und (wenigstens im Augenblicke ihres Erscheinens) immer unerwartet eintretende, heftige Einwirkung auf das Gemüth; wobei dieses eben so plötzlich alle andere Vorstellungen fahren läßt und seine Aufmerksamkeit nur auf den einen Punkt richtet. Ist der Schrecken nicht zu heftig, so läßt er noch einige Reflexion zu, und es entsteht dann im Bewustsein ein schnelles Schwanken zwischen dem ihm erregenden Gegenstande und andern Vorstellungen, z. B. von etwa möglichen Auswegen um zu entgehen: — zugleich geräth dann das Athmen in eine solche schnell abwechselnde gleichsam zitternde Bewegung. Ist der Schrecken so groß, daß er die Gedankenreihe gänzlich unterbricht, und alles Bewustsein nur auf seine Veranlassung gerichtet, in seinem Fortfließen also gehemmt ist; so hört auch der Fortgang des Athmens auf, und die Bewegung des Thorax bleibt unwillkürlich stehen.

stel:n. Erholt sich das Bewustsein schnell genug wieder, so kommt auch das Athemholen gleich wieder in Gang: aber jenes ist bei heftigem Schrecken sehr in Gefahr, auf längere Zeit oder gar für immer in Stillstand zu gerathen, und ein Gleiches geschieht dabei auch mit diesem. —

Die Wirkungen des Schreckens, die zwar aus einer Veränderung im Bewustsein herrühren, aber doch ganz unwillkürlich sind, führen sehr leicht auf eine Betrachtung über den Einfluß, den jede andere Spannung des Bewustseins, auch außer den Affecten und außer dem Gebiete des eigentlichen Gemüths, auf das Athmen hat. Bei jeder gespannten Erwartung athmen wir sehr viel anders als gewöhnlich, nämlich sehr leise und doch zugleich schneller; oder beim höhern Grade bleibt unser Athem auch wol einige Zeit stehen. — Und da die Erwartung in der vorhin erörterten Rücksicht dem Schrecken gleicht, nur mit dem Unterschiede, daß der Zustand anhaltender und viel gelinder ist, so darf diese Aehnlichkeit der Wirkungen nicht befremden. Man könnte zwar behaupten, das schnellere Athmen bei der Erwartung sei eine Folge des leiseren Athmens, und dies letzte geschehe in der Absicht, das Erwartete besser zu vernehmen. Indeß würde dies nur dann gelten, wenn das Erwartete ein hörbares wäre: die Wirkung ist aber dieselbe, sollte es auch nur ein Sichtbares sein, das vielleicht nicht einmal Töne hervorbringen kann. Das Unwillkürliche in jener Veränderung

des

des Athmens durch die Erwartung ist also nicht zu verkennen. Dennoch geben wir gern zu, daß dabei die Willkür sehr mitwirke und den Vorgang wenigstens bestimmen helfe; was beim Schrecken nicht der Fall ist. Auch entspricht dem gelinderen Grade dieses Seelenzustandes genau genommen nicht die Erwartung, sondern die Furcht, bei der dann alle Wirkungen eben so unwillkürlich sind, als beim Schrecken. Und Dasselbe, was die Erwartung mit überwiegender Aktivität der Seele ist, das ist mit überwiegender Passivität derselben die Furcht; woraus sich einsehen läßt, warum bei jener der Willenseinfluß mehr ins Spiel kommt.

Indeß nicht blos bei der auf ein bevorstehendes Aeußere gerichteten Aufmerksamkeit, die wir Erwartung nennen, sondern auch bei jeder bloß Inneren, wenn sie beträchtlich ist, verändert sich das Athmen auf ähnliche Weise: ein Umstand, der viel wichtiger und in verschiedenen Beziehungen betrachtungswerther zu sein scheint, als man bei seiner bisherigen Vernachlässigung glauben sollte. — Man muß sich selbst in dieser Hinsicht viel beobachtet haben, um nur erst recht zu wissen, wovon hier die Rede sei; denn an Andern es wahrzunehmen, hat noch mehr Schwierigkeit. — Wir bewegen nämlich bei jeder bedeutenden Anstrengung des Denkvermögens oder der Phantasie, ohne es zu wollen, ja (wenn wir nicht plötzlich unsere Achtsamkeit darauf richten) selbst ohne es zu wissen, unsere Respirationswerkzeuge nur sehr leise

und

und unvollkommen; es ist als wenn ein Hinderniß, gleichsam wie ein Hemmschuh an die Werkzeuge der Respirationsbewegung applicirt wäre; — kurz, wir holen in einem solchen gespannten Zustande, zwar im Ganzen geschwind genug, aber doch nur wenig Athem (verglichen mit der sonstigen Freiheit der Respiration bei freierem Seelenzustande). Legen wir in einem solchen Zustande uns zu Bett, weil die gewöhnliche Schlafzeit eingetreten ist, so dauert jene Beschaffenheit der Respiration eben so lange, als er selbst noch fortdauert; — man kann aber zuweilen ihn selbst abändern und das Einschlafen befördern, wenn man (die Sache gleichsam beim umgekehrten Ende ergreifend) sich zwingt, einige Zeit hindurch, gegen die obwaltende Stimmung, stärker und tiefer zu respiriren. Tritt beim Aufsein und während jener Anstrengung des Geistes durch Ueberspannung von selbst eine große Müdigkeit ein, so kommt auch ganz von selbst die Respiration in einen andern Gang, und erholt sich aus der Art von Lähmung, worin sie vorher durch die Anstrengung des Bewußtseins ohne einen irgend bemerkbaren Willenseinfluß versetzt war. — Durch körperliche Anstrengung wird die Respiration im Gegentheile vermehrt; die Bewegung der Muskeln und die hiermit erfolgende raschere Circulation hat eine Veränderung des Athmens zur Folge, die keinesweges eine bloße Beschleunigung, sondern zugleich eine wirkliche Verstärkung desselben ist. Daß körperliche Anstrengung viel weniger entkräftet als geistige ist bekannt,

kannt, und ist besonders auffallend in dem geringen Bedürfnisse des Schlafs bei Landleuten in der Erndtezeit, verglichen mit dem viel größern bei ihr Denkvermögen sehr anstrengenden Stubensitzern. Die im Ganzen schwache und unkräftige Respiration bei diesen, und die lebhafte viel Ersatz an thierischer Kraft liefernde bei jenen, ist gewiß ein Hauptgrund hiervon; obgleich wir nicht leugnen, daß das zu der Geistesbeschäftigung aufgewandte Physische feiner und edler, und gleichsam von höherm Range sein möchte, als das zur Muskelbewegung aufgewandte. —

Bei allen diesen Veränderungen des Athmens ist die Thätigkeit, die man dem Willen zuschreibt, entweder ganz außer dem Spiele, oder sie ist wenigstens durch einen innern Drang so determinirt, daß man sie nicht eigentlich Willensaction mehr nennen kann. Zugleich also mit der genauern Sonderung des Willkürlichen und Unwillkürlichen im Kreise des Bewustseins, und mit der weitern Ausbildung und Vervielfältigung des unwillkürlichen Psychischen, bekommt dieses einen größern Einfluß auf das Athmen, während der Einfluß der Willkür auf dasselbe beschränkter und schwächer geworden ist (vergl. oben B). Daß jener Einfluß des unwillkürlich wirkenden Bewustseins dann in der That weiter geht, und nicht etwa bloß auffallender in seinen Phänomenen ist, sieht man am besten, wenn man die Wirkung des Schreckens mit der des Willens in dieser Hinsicht vergleicht. Dieser letzte ist nicht fähig, das menschliche Athmen,

wenn

wenn er auch die Respirationsbewegung in einem ihrer Momente ergreift und fixirt, anhaltend zu hemmen und zum wahren Stillstande zu bringen *); wol aber vermag dies jener unwillkürlich wirkende Affect, indem er vermittelst einer durch ihn hervorgebrachten tiefen Ohnmacht das Bewußtseyn und mit ihm zugleich auch das Athmen in eine lebensgefährliche, zuweilen selbst den Schein des Todes annehmende Ruhe bringt. Die Affecten haben überhaupt mehr Macht im Gebiete der Irritabilität, als die Willkür; denn sie verändern ja z. B. auch die Herzbewegung, auf die letztere keinen Einfluß hat. —

Sehen wir nun wieder auf das Gehirn als Organ des Bewußtseins (in welcher Rücksicht wir alle jene Seelenacte als Gehirnthätigkeit betrachten dürfen), so ergiebt sich aus dem Bisherigen: daß bei dem Menschen und den ihm näher stehenden Thieren die Respiration zwar von der Willkür weniger abhängig, von der unwillkürlich wirkenden Gehirn- (und Seelen-) Thätigkeit aber dafür desto abhängiger ist. — Diese Abhängigkeit würde freilich noch viel deutlicher einleuchten, wenn sie nicht allein im Unwillkürlichen, sondern auch im Bewußtlosen sich nachweisen ließe: denn dann wäre sie zugleich permanent, von Grund aus bestimmend, und wesentlich; statt daß sie als Begleiterinn der unwillkürlichen, aber

*) Vergl. Roose's authrop. Briefe pag. 131.

aber nicht bewuſtlosen, auf specifische Weise gesteigerten Seelenthätigkeit, gleich dieser nur in einzelnen auffallenderen Acten erscheint. — Bedenken wir aber den vorhin erörterten Zustand des Athmens während der Anstrengung des Geistes, so finden wir allerdings schon in diesem oft sehr andauernden Vorgange einen ziemlich starken Beleg für eine genaue und bleibende Unterordnung der Respiration unter das Gehirnleben. —

Es wäre doch sonderbar, wenn das Gehirn nur zwischendurch einmal und plötzlich (ex abrupto) eine solche Gewalt über die Respirationsorgane bekäme, in der Regel aber auf diese gar keinen weitern Einfluß hätte. Wollte man erwiedern, der Willenseinfluß finde ja doch, möglicher Weise wenigstens, immer statt; so ist dies erstens im vollkommensten Schlafe und in gewissen andern Zuständen wo das Athmen dennoch fortdauert nicht der Fall; und zweitens ist ja hier auch von einem solchen unwillkürlichem Einflusse die Rede, der noch weiter geht als der Willenseinfluß (s. oben), und folglich um so weniger durch diesen erklärlicher werden kann. — Giebt man aber zu, daß die Anspannung des Bewuſtseins, wovon oben die Rede war, unwillkürlich das Athmen schon auf eine anhaltendere Weise modificire; erkennt man es hieraus für wahrscheinlich, daß wol ein gelinderer modificirender Einfluß der mit Bewuſtsein verknüpften unwillkürlichen Gehirnthätigkeit den ganzen wachenden Zustand hindurch auf die Respirationsbewegung statt finde: so ist es dann wieder sehr zu verwundern, wie

das

das Gehirn sich eine solche Oberherrschaft im Wachen verschaffen kann, wenn es sie im Schlafe und zumal im festen Schlafe, auf so lange Zeit verlieren sollte! — Auch ließe sich fragen, warum denn auffallende Veränderungen in der Gehirnthätigkeit (die Willensacte hierunter nicht begriffen) gerade in der Bewegung der Respirationsorgane ebenfalls so auffallende Veränderungen hervorbringen? warum diese, zumal bei den Affecten, so charakteristisch erscheinen und mit den unwillkürlichen Veränderungen der Seelenthätigkeit, gleichsam wie die Sprache mit den Gedanken, einen so merkwürdigen Parallelismus bilden? Wie kommt es, daß nicht am Bauche und dessen muskulösen Theilen und Eingeweiden dergleichen charakteristische Phänomene hervortreten, oder sonst in einer andern Region des Organismus? warum ist es gerade der Thorax, der Respirationsapparat, der hier zum Tummelplatze und Schauplatze dient? — Etwa weil er besser dazu paßt als andere Gegenden des Körpers? — Aber dies sagt noch nichts über den physiologischen Zusammenhang! — Oder weil er dem Kopfe und dem Gehirne näher ist? — Das mag hier allerdings nicht ohne Bedeutung sein, kann uns aber ohne weiteres Eindringen auch nicht aushelfen: die Kopfhaare sind dem Kopfe und dem Gehirne noch viel näher! — Oder weil doch zugleich auch der Wille noch einigen Einfluß auf das Athmen hat? — Schon gut! dies sei immerhin nicht ohne Beziehung; aber es führt geradezu nicht im mindesten der Erklärung näher; denn hier ist von unwillkür-

lichen Wirkungen die Rede. — Vielleicht aber, weil sich mit jenen Wirkungen, und namentlich mit denen der Affecten, eine modificirte Stimme zugleich gewöhnlich verknüpft, und der Kehlkopf als das Haupt der Respirationsorgane, gerade das Organ der Stimmbildung ist? — Dies läßt sich freilich hören, und die nahe Beziehung ist hier nicht zu verkennen! aber die Stimmbildung an sich ist willkürlich, nur wenn sie mit jenen Wirkungen der Affecten sich verknüpft, wird sie beinahe unwillkürlich: dies eben verstärkt also den Gegensatz zwischen der willkürlichen und unwillkürlichen Einwirkung der Gehirnthätigkeit auf die Respirationsorgane, und zwingt uns desto mehr zur Aufsuchung organischer Gründe für die Möglichkeit eines so starken und lebhaften unwillkürlichen Eingreifens jener ersten in diese letzte.

D. Abhängigkeit der Bewegung der Respirationsorgane von bewußtloser Gehirnaction.

Das Obige sollte nur dienen, das Unwahrscheinliche vorläufig bemerklich zu machen, das darin liegen würde, wenn man dem Gehirne jene vom Willenseinflusse verschiedene Einwirkung auf die Bewegung der Respirationsorgane zwar einräumte, aber doch glaubte, die Centraltheile des Nervensystems hätten außer solchen auffallenderen momentanen Vorgängen mit jener Bewegung gar nichts zu thun, und ließen

sie

sie vielmehr gehen, wie sie selbst wollte. — Das Gegentheil hiervon soll aber durch das Obige dennoch keineswegs schon bewiesen sein; es sind der Hülfsmittel für einen solchen Beweis, die man aber bisher verkannt oder doch noch nicht wie sie es verdienen benutzt hat, beinahe mehrere, als wir brauchen, in der Physiologie vorhanden; und wir werden sie im Folgenden nach einander entwickeln.

In der bisherigen Betrachtung war uns immer der Willenseinfluß hinderlich, und stand einer genauen Sonderung dessen, was ihm nicht zukommt, sehr im Wege *); besonders da er außerdem doch beim Athemholen offenbar statt findet. Der Wille (in seiner Wirklichkeit) ist jedesmal ein Act des Bewußtseins; aber Acte des Bewußtseins sind dem Wesentlichen nach und in ihrem Ursprunge auch die unwillkürlichen Seelenwirkungen, von denen bisher die Rede war. Diese Uebereinstimmung gerade erschwert hier eine gehörige Unterscheidung, und macht zwar nicht der Sache und der Strenge nach, aber doch dem Scheine nach, das Angeführte weniger evident; weil man immer meint, es könnte doch eine Art von Willen, der

*) Auch Roose scheint (l. c. pag. 130.) die Modification, die der wachende Zustand dem Athmen ertheilt nur vom Willen herzuleiten, worauf aber Jeder, der die obige Betrachtung aufmerksam durchgegangen ist, um so geneigter sein wird Das anzuwenden, was Roose selbst (p. 120. sqq.) über Empfindung und Willen sagt, wovon das Individuum, in welchem sie angeblich statt finden sollen, selber nichts weiß.

der seine Willkürlichkeit so zu sagen auf die Zeit und zu dem Zwecke abgelegt hätte, sich unvermerkt mit einmischen; (der dann freilich, verständig betrachtet, wol kein Wille mehr sein kann, sondern ein unwillkürliches, ja sogar ein dunkles bewustloses Wirken ist; somit gerade Das worauf unsere Untersuchung hinzielt!).—

Wir wollen jetzt das Verhältniß des Athmens zu der Hirnaction in solchen regelwidrigen oder wirklich krankhaften Zuständen in's Auge fassen, wo an einen Willenseinfluß der etwa die Modification hervorbrächte gar nicht zu denken ist, und wo selbst das Bewustsein entweder fehlt oder wenigstens sich in einer auffallenden Schwäche zeigt.

Von der Unterdrückung oder gänzlichen Hemmung des Athmens durch den Schrecken, ist (oben C.) schon die Rede gewesen. Dieser Affect bringt alsdann eine Ohnmacht und mit derselben zugleich den Stillstand der Respiration zuwege. — Ohnmacht entsteht aber nicht bloß auf diese, sondern auf fast unzählige andere Veranlassungen. Ein beträchtlicher Schmerz, ein starker Duft, eine durch Leere des Magens entstehende Uebelkeit, und allerlei Veränderungen im Zustande der Circulation und Reproduction können eben sowol Ohnmacht hervorbringen, wenn sie nur stark genug aufs Nervensystem wirken, um dessen Centralorgan auf die hierzu passende Weise zu afficiren. Denn immer muß, wenn Ohnmacht entstehen soll entweder durch Ueberspannung oder durch directe Schwächung (z. B. bei Entziehung des Ersatzes

und

und des einwirkenden Reizes durch plötzlichen starken Säfteverlust) die freithätige im Bewusstsein sich äussernde Gehirnkraft mehr oder weniger sinken, und zwar durch Wirkung auf's Gehirn geradezu wie bei Affecten, oder doch auf's übrige Nervensystem selbst wie z. B. bei einem Schmerze. — Es ist hier nicht der Ort, die Ohnmacht pathologisch abzuhandeln; aber auf ihre Grade müssen wir unsers Zweckes wegen eine gehörige unterscheidende Rücksicht nehmen. Im ersten und gelindesten (bei der Lipothymie) ist die nach aussen wirkende Nerventhätigkeit und das Bewusstsein zwar geschwächt, letzteres aber nicht aufgehoben, und Puls und Athemholen dauern fort. Im zweiten (bei der Syncope) fehlt das Bewusstsein gänzlich; Athemholen und Puls fehlen zwar nicht, sind aber doch schwach. Im dritten (bei der Asphyxie) ist mit dem Bewusstsein zugleich auch die Respirationsbewegung und die des Herzens in völligen Stillstand gerathen. — Uns geht hier besonders der zweyte Grad an, der theils für sich genommen, und theils in Beziehung auf einen andern, nachher mit ihm zu vergleichenden, Zustand viel Merkwürdiges darbietet. —

Das gänzlich fehlende Bewusstsein bei fortdauerndem Athemholen in der Syncope könnte man gerade als einen Beweis der Unabhängigkeit des Athemholens von der Hirnthätigkeit betrachten. Aber es ist ja doch sehr schwach, und man muß oft eine Probe, z. B. mit einer vorgehaltenen Feder oder einem Spiegel, anstellen, um seine Fortdauer nur noch zu bemerken.

merken. Da nun bei der Syncope die geschwächte Gehirnthätigkeit das Primäre ist (s. oben), so ist bei ihr die geschwächte Respiration das Secundäre, von jener ersten ursprünglichen Affection Abhängige; die Schwächung der Respiration verhält sich also hier zur Schwächung der Gehirnaction wie eine Wirkung zu ihrer Ursache. —

Zugleich aber zeigt die Fortdauer einer, wiewol sehr geschwächten, Respiration bei gänzlichem Mangel des Bewusstseins, daß von diesem, als solchem, jene nicht geradezu und durchaus abhängig sei; denn sonst müßte sie nun ebenfalls völlig im Stillstande sein. Die Respiration als Bewegung, als Irritabilitätsäußerung hängt also zwar ab von der Gehirnthätigkeit, aber nicht von dieser Thätigkeit insofern sie in Bewusstsein sich äußert; sie hängt also ab von der bewusstlosen Gehirnthätigkeit *). — Noch deutlicher erhellet dies, wenn wir den zweiten Grad der Ohnmacht, diese Syncope, mit den beiden andern Graden vergleichen. Im ersten wird nur erst die das Nervensystem und vermittelst desselben den übrigen Organismus beherrschende Gehirnaction in ihrer freieren Aeußerung angegriffen, das Bewusstsein wird geschwächt; aber die bewusstlose Gehirnaction braucht hierunter

noch

*) Wir können hier, um statt dieses negirenden Ausdrucks etwas Positives zu haben, in Gedanken für bewusstlose Gehirnthätigkeit dreist thierische Elektricität oder Gehirnelektricität substituiren.

noch nicht bedeutend zu leiden; das Athmen kann also noch ohne auffallenden Unterschied gegen den regelmäßigen Zustand bei der Lipothymie seinen ungestörten Fortgang haben. Im zweiten Grade ist auch die bewußtlose Gehirnthätigkeit schon so angegriffen, daß die mit Bewußtsein verknüpfte nicht mehr darauf fußen kann, das Bewußtsein also aufhört; und nun entsteht aus der Schwäche der bewußtlosen Gehirnthätigkeit in der Syncope zugleich jene Schwäche der Respirationsbewegung. Im dritten Grade ist die bewußtlose Gehirnthätigkeit nicht blos geschwächt, sondern durch diese Schwäche (sie sei nun direct aus Entziehung und Ableitung von Incitament und Kraft, oder indirect, durch Ueberspannung der Kraft entstanden) wirklich ins Stocken gekommen: so daß folglich in der Asphyxie mit der (in Wechselwirkung der Theile, in thierischer Elektricität, bestehenden) bewußtlosen Gehirnaction zugleich auch die Respirationsbewegung in's Stocken gerathen muß; und beide nur wenn sie bald genug durch irgend Etwas wieder angeregt werden mit einander auf's Neue in Gang kommen, widrigensfalls sie für immer stillstehen und der Scheintod zum wirklichen Tode wird *). — Wir wollen an

*) Es liegt nämlich der bewußtlosen Gehirnaction, wovon hier die Rede ist, noch eine andere, die in bloß innerlichen reproductivem Leben bestehende, zum Grunde. Wenn aber jene lange aufhört, so kommt auch diese, weil ihr organischer Zweck nun wegfällt, zuletzt in Ruhe; wo-

rin

an diese Erklärung uns bei diesen nicht unmittelbar in die Sinne fallenden und nicht durch Wahrnehmung auszumittelnden Gegenständen so lange halten, bis man uns wenigstens zeigt, wie sie möglicher Weise eine der Physiologie und den Thatsachen entsprechende andere Erklärung erhalten können. Für unsere gegenwärtige Betrachtung ist indeß dies das Wichtigste: daß uns hier Zustände aufgestoßen sind, in denen nicht bloß dasjenige Bewußtsein worin die Willensaction besteht, sondern jedes Bewußtsein aus dem Spiele kommt, und das Influiren des Gehirnzustandes auf das Athemholen dennoch unverkennbar ist.

Die bewußtlose Gehirnaction kann sich aber nicht bloß in einem dem Grade nach, sondern auch in einem der Art nach verschiedenen Zustande befinden; so wie man überhaupt in der Action von Theilen des Nervensystems außer den quantitativen häufig auch qualitative Abweichungen bemerkt. — Ein krankhafter Zustand, der in Beziehung auf das Gehirn uns hier ein sehr auffallendes Beispiel liefert, ist der apoplektische, (und zwar, damit wir uns nicht zu sehr verwickeln und ein bestimmteres vor Augen haben, der Zustand bei einer sogenannten apoplexia sanguinea). Auch hier giebt es, wie bei der Ohnmacht, verschiedene Grade des Zustandes, namentlich in Rücksicht

auf

---

rin der wahre Tod eigentlich besteht, der vom Scheintode deswegen äußerlich nicht zu unterscheiden ist, weil das bloß reproductive Leben sich nicht äußert, sondern an sich bloß innerlich wirkt.

auf das Bewußtsein; und doch ist der ganze Zustand von dem der Ohnmacht specifisch verschieden. — Ohne hier die Pathogenie des Schlagflusses ergründen oder gar erschöpfen zu wollen, können wir doch behaupten, und auch wol als ziemlich anerkannt voraussetzen: daß bei dieser Krankheit das Verhältniß des Nervensystems und insbesondere des Gehirns zum blutführenden Systeme wesentlich verändert sei; was hingegen bey der Ohnmacht entweder secundär der Fall ist, und nur eine außerwesentliche Folge ausmacht, oder auch eine außerwesentliche Veranlassung ist; (letzteres z. B. bei Ohnmacht durch Blutverlust, die aber aus hundert andern ursächlichen Momenten eben sowol hervorgehen kann). Ohnmacht entsteht plötzlich durch eine gerade statt findende unmittelbare äußere oder innere Wirkung auf das Nervensystem; Schlagfluß entsteht in der Regel allmälig durch ein sich langsam entwickelndes Mißverhältniß zwischen dem Nervensysteme und dem Blute und dessen Gefäßen, und kommt nur plötzlich zum Ausbruche. Entsteht er wirklich plötzlich, was zuweilen der Fall ist, so entsteht er durch äußere (mechanische) Gewalt und nicht, wie die Ohnmacht, durch äußern Reiz. — Im gelindesten Grade des apoplektischen Zustandes (bei einem leichteren Anfalle) ist noch Bewußtsein vorhanden; im höheren fehlt es, aber darum noch nicht die bewußtlose Gehirnaction; fehlt auch diese so hat der Schlagfluß den höchsten Grad erreicht und ist in Tod übergegangen. — Aus dem vorhin Gesagten aber läßt

sich leicht einsehen, daß bei dem zweiten Grade des Schlagflusses die bewußtlose Gehirnaction doch in einem ganz andern Zustande sein müsse, als beim zweiten Grade der Ohnmacht *), ungeachtet bei beiden die mit Bewußtsein verknüpfte Gehirnaction fehlt. —

Die Beschaffenheit der Respirationsbewegung weicht hier ebenfalls von der Regel ab; jedoch ebenfalls auf ganz andere Weise, als bei der Ohnmacht. Das Athmen ist nicht aufgehoben, es ist auch nicht eigentlich schwach, sondern es ist nur erschwert und anders modificirt. Der sogenannte röchelnde (eigentlich: schnarchende) Athem bei Apoplektischen ist wahrhaft charakteristisch, und ein mehr natürlich scheinendes geräuschloseres Respiriren bei ihnen hat doch immer die Modification und das Verhältniß seiner Momente, welches bei jenem Schnarchen nur deutlicher wahrnehmbar und auffallender wird. Es ist beim apoplektischen Anfalle, als läge ein schweres Gewicht auf den Organen der Respiration, das sie jedoch mit Kraft zu heben strebten; die Bewegung jener Organe hat noch Energie, aber sie hat ihre Leichtigkeit verloren; sie ist nicht schwach, aber sie ist auf eine ge-

*) Für Die, denen die Allgemeinheit der hier gebrauchten Ausdrücke etwa wie eine Umgehung des nicht klar zu Machenden vorkommen könnte, mag es dienlich sein zu bemerken, daß bei der Ohnmacht diejenige Anhäufung von (regelwidrig beschaffenen) Blute im Gehirne gar nicht statt findet, welche dem hier in Frage stehenden apoplektischen Zustande wesentlich ist.

gewisse Weise und in einem gewissen Grade unterdrückt. — Eben so möchte es sich nun auch mit der Gehirnthätigkeit in diesem Zustande verhalten. Auch sie ist mehr unterdrückt als wirklich geschwächt; wenigstens ist ihre Schwäche, falls sie auch zugleich statt fände, mit dem Grade der Störung ihrer Aeußerungen in gar keinem Verhältnisse; denn es kommt hier noch ein relativ-äußeres Hinderniß, nämlich die regelwidrige Einwirkung des blutführenden Systems hinzu (die allerdings wesentlich ist, obwol man sie sonst zu einseitig bloß auf den Druck vom angehäuften Blute reducirte). — Wir sehen hier also ein zweites (von jenem der Ohnmacht sehr verschiedenes) Beispiel krankhaft abweichender bewußtloser Gehirnaction verknüpft mit Störung (und zwar, was besonders merkwürdig ist, wieder mit einer der Störung im Gehirne analogen) in der Respirationsbewegung.

Noch ein drittes Beispiel darf indeß hier des Gegensatzes wegen nicht übergangen werden; nämlich das, welches uns die Epilepsie darbietet, bei welcher das Athemholen weder schwach wie bei der Ohnmacht, noch auf die gleichmäßige Weise wie beim Schlagflusse erschwert ist, sondern sich nur in einer eigenen Art von Unordnung befindet. Das Aechzen und Stöhnen, das oft vorkommende laute Schreien und Brüllen (und selbst der Schaum vor dem Munde, in soweit er mit durch das tumultuarische Athmen entsteht) drücken die Affection der Respirationsorgane bei dem epileptischen Anfalle aus. Aechzen, Schreien

u. s. w.

u. s w. sind aber sonst Aeußerungen, die aus dem Bewußtsein herrühren und selbst nicht ohne Willkür vollbracht werden, wenn auch ein Gefühlsdrang halb und halb dazu zwingt. Und doch hat der Epileptische während des Paroxysmus weder Bewußtsein noch Willkür! Die Affection der Respirationsorgane, die sich in jenen Aeußerungen offenbart ist also bewußtlos und unwillkürlich, obgleich sie dem Phänomen nach der völlig gleicht, die sonst mit Bewußtsein und Willkür verknüpft ist. Dies ist aber gerade der Charakter eines convulsivischen Vorganges, wozu die Epilepsie eben gehört. Auch die Respirationsorgane gerathen bei ihr in Zuckungen; und da bei solchen vorzugsweise diejenigen irritablen Theile unwillkürlich bewegt werden, die sonst der Willkür gehorchen, so sind unter den Werkzeugen des Athmens die dem Willenseinflusse am meisten unterworfenen gerade am meisten afficirt; daher namentlich auch die Organe der Stimmbildung, was bei den vorhin betrachteten Krankheitszuständen nicht der Fall ist. —

Das Wesentliche ist aber, wie bei jenen, so auch bei der Epilepsie ein veränderter Zustand der Gehirnthätigkeit; und zwar bei ihr insbesondere in der (uns noch ziemlich unbekannten) Region des Gehirns, von welcher die Wirkung des Willenseinflusses auf die ihm unterworfenen Organe ausgeht. In dieser Region ist dann nicht etwa Schwäche eingetreten, wie bei der Ohnmacht, oder eine Oppression, was auch beim Schlagflusse der Fall ist, sondern vielmehr eine ver-

kehrte

kehrte Aufregung, und ein Tumult wider einander streitender Actionen, womit sich Fortdauer des Bewustseins und Willkür nicht vertragen. Von jenem selbst gleichsam convulsivischen Zustande des Sensoriums (der wieder von außen her durch den übrigen Organismus erregt sein kann, zur Epilepsie aber immer nothwendig gehört) sind alle die beim epileptischen Anfalle vorkommenden wahrnehmbaren Convulstonen bloß secundäre Aeußerungen; und so auch die der Respirationsorgane, die eben darum auch in gewissen Fällen, wo diese Organe wegen individueller Disposition stärker ergriffen werden, viel deutlicher und auffallender sind als in andern. —

Bei der Katalepsie herrscht nicht das die Epilepsie begründende unordentliche Schwanken, sondern eine eigene (an sich freilich noch eben so räthselhafte) Einseitigkeit der sensoriellen Action, womit allenfalls zuweilen einiges Bewustsein, aber kein Wirken der Willkür sich verträgt. Die Katalepsie ist so zu sagen eine Abart der Epilepsie; oder vielleicht richtiger und genauer: der kataleptische Anfall ist ein Mittelzustand zwischen einem epileptischen Anfalle und einer Ohnmacht. — Erwägt man, was über die Wirkung dieser beiden letztgenannten auf das Athemholen oben gesagt ist, so läßt sich einigermaßen einsehen, warum dieses bei der Katalepsie häufig gar nicht gestört sei (eben weil das Convulsivische der Epilepsie hier fehlt), zuweilen aber doch bei derselben die Respiration (wie bei der Ohnmacht) schwächer oder gar unmerklich werde.

Ein

Ein Zustand, der mit dem apoplektischen und kataleptischen Anfalle gewisse Aehnlichkeiten hat, ohne doch denselben wesentlich zu gleichen, ist der zoomagnetische Schlaf. Der Ohnmacht, ungeachtet er im Aeußerlichen damit viele Uebereinstimmung hat, ist er eigentlich gerade entgegengesetzt, denn er entsteht nicht durch Schwächung oder auf Reizung folgende Abspannung der Gehirnthätigkeit, sondern gerade im Gegentheile durch eine anhaltende Exaltation derselben in ihrem bewußtlosen Wirken, wobei nur (so lange kein Somnambulismus eintritt) das Bewußtsein sich in einer nahe an vollkommenen Mangel desselben gränzenden Gebundenheit befindet. — Ein lebhaftes Gefühl von Wohlbehagen findet im magnetischen Halbschlafe, und zuweilen in der unvollkommenen Ohnmacht, statt; ein sehr dunkles immer wol auch selbst im vollkommenen magnetischen Schlafe, aber nicht in der vollkommenen Ohnmacht. Dies beruhet wieder darauf, daß letztere mit Schwäche, ersterer mit vermehrter Energie der Gehirnaction verbunden ist. — Auch findet sich das Wohlbehagen besonders bei der von plötzlicher Reizentziehung (z. B. von einem starken Blutverluste) herrührenden Lipothymie, weil dabei die Nerventhätigkeit durch verminderte Gegenwirkung im Organismus schnell zu einer gewissen (das Centrum schwächenden) Freiheit gelangt: hingegen kann mit der aus Ueberspannung entstehenden sich ein höchst widriges Gefühl verknüpfen. Das Gefühl im magnetischen Schlafe ist der Natur dieses Zustandes nach, also an sich und

wenn

wenn nicht äußere oder innere Störungen ins Spiel kommen, immer angenehm, denn das Gehirn wird dabei auf eine so entsprechende, man könnte sagen so homogene, Weise in seinem dunkleren Wirken aufgeregt als sich nur denken läßt. —

So entgegengesetzt einander nun, bey aller scheinbaren Uebereinstimmung, diese beiden Zustände sind, so entgegengesetzt auch sind einander die dabei statt findenden Modificationen des Athemholens. Statt daß dieses bei der Ohnmacht sehr schwach und leise wird, (wenn nämlich der Grad der Ohnmacht hierzu bedeutend genug ist); so wird es hingegen beim magnetischen Schlafe, der verstärkten Gehirnaction entsprechend, tiefer und sehr vernehmlich *), aber zugleich leichter und freier; was dem Wohlsein des Gehirns in diesem Zustande entspricht und zugleich das Athemholen eines Magnetisirten von dem eines Apoplektischen (vergl. oben) sehr auffallend unterscheidet. — Den Anfang jenes stärkeren und freieren Respirirens macht ein Seufzen, das als kräftige Inspiration hier der erste Ausdruck jener erhöhten unwillkürlichen, und mit Gebundenheit des Bewußtseins verknüpften Action der Centraltheile des Nervensystems ist **).

Der

*) Es kann in zoomagnetischer Krise selbst, unter gewissen Umständen und Einwirkungen, ein Zustand zwischentreten, der der Ohnmacht gleicht, oder auch ein wirklich kataleptischer. Daß dabei dann die Erscheinungen sich anders modificiren, versteht sich von selbst.

**) Da ich in meinen Grundzügen einer Physiol. des anim. Magnetismus die hier in Erwägung kommen-

Der gewöhnliche Schlaf ist von dem magnetischen, sehr verschieden schon dem Aeußern nach; und es hält, wie ich bei anderer Gelegenheit gezeigt habe, eben nicht schwer, das Unterscheidende von beiden auch im Wesentlichen aufzufinden, sobald man nur mit gehörigen physiologischen Erklärungsmitteln und ohne Vorurtheile an die Sache geht. Im Mangel jener liegt der Grund, daß frühere, und in diesen, daß auch neuere Schriftsteller den wahren Unterschied verfehlen mußten. — Eine gewisse Schwäche der Gehirnaction hat der gewöhnliche Schlaf mit dem Ohnmachtsschlafe gemein, nur daß sie weniger tief eingreift. Ein verändertes Verhältniß des Gehirns zum blutführenden Systeme hat der gewöhnliche Schlaf gemein mit dem apoplektischen: und die Veränderung mag wol selbst der Art nach in beiden etwas Aehnliches haben; nur ist sie dem Grade nach weit unbedeutender, und daher nicht so unterdrückend und gefährlich für das Gehirn, beim gewöhnlichen Schlafe. Mit dem zoogmagnetischen stimmt dieser darin zusammen,

---

den organischen Verhältnisse ausführlich entwickelt habe; so kann ich mich hier kürzer fassen und darauf verweisen; — nur erinnere ich noch, daß gegen die Zeit des Aufwachens aus dem magnetischen Schlafe dieselbe Bewegung im Nervensysteme aber in umgekehrter Richtung, geschieht wie beim Eintreten desselben, und daß daher auch das Aufwachen durch ein Seufzen angekündigt zu werden pflegt. — In jener Schrift sind übrigens (pag. 87. 88.) die Erklärungsgründe des unwillkürlichen Wechsels der Respirationsbewegung, die ich nachher weiter erörtern werde, in der Kürze schon vorgetragen.

men, daß in beiden das Verhältniß des Cerebralsystems zum Gangliensysteme, nur auf verschiedene Weise, verändert ist, und daß beide an sich genommen nicht als krankhafte Zustände betrachtet werden können. — In beiden überwiegt die Thätigkeit des Ganglienſystems die des Gehirns; im gewöhnlichen Schlafe aber darum weil letztere in sich selbst gesunken ist; im magnetischen darum weil sie vom Ganglienſysteme aus, durch dessen primäre Aufregung secundär erhöhet ist. — Das Sinken der Gehirnaction beim gewöhnlichen Schlafe betrifft aber mehr die Thätigkeit des Bewußtseins und der Willkür; hingegen nicht so sehr wie bei der Ohnmacht, auch das unwillkürliche Wirken der Gehirntheile (vergl. oben: Ohnmacht); daher kann aus dieser ein Mensch durch äußere Einwirkung nicht so sicher und schleunig erweckt werden, als aus dem gewöhnlichen Schlafe. Und aus dem magnetischen kann er darum nicht so geradezu erweckt werden, weil die secundäre Exaltation der Gehirnthätigkeit, wodurch dieser Schlaf entsteht, zugleich das Bewußtsein bindet. —

Aus dem eben Gesagten ergiebt sich, wenn wir das Vorhergehende hinzunehmen ganz von selbst: warum das Athemholen beim gewöhnlichen Schlafe nicht so schwach sein könne, als bei einer starken Ohnmacht, aber auch nicht so frei und leicht, als bei dem magnetischen Schlafe. — Sehen wir auf den Ton beim Athemholen, so ist derselbe im gewöhnlichen Schlafe (falls er kein bloßer leiser Schlummer ist)

immer in einiger Annäherung zu dem bei der Apoplexie begriffen, und wird manchmal auch wirklich schnarchend, was das apoplektische Athemholen (einzelne Fälle — vielleicht von geringerem Grade oder anderer Art, wo keine wahre apoplexia sanguinea statt findet — abgerechnet) in der Regel ist, und was zu dessen Charakteristik gehört. Ein Schnarchen beim magnetischen Schlafe kommt (wie ich selbst beobachtet habe) zuweilen vor, scheint aber alsdann aus einer gewissen Schwäche und besondern Disposition der Respirationsorgane zu entspringen, und überdies nur statt zu finden, wenn der magnetische Schlaf als solcher weniger vollkommen ist und eine Modification annimmt, die ihn dem natürlichen Schlafe ähnlicher macht.

Wir haben jetzt die Uebereinstimmung des Zustandes der Respirationsbewegung mit dem Zustande der Gehirnthätigkeit nachgewiesen bei der Ohnmacht, der Apoplexie und Epilepsie, dem magnetischen Schlafe und dem gewöhnlichen Schlafe: und es ist wol zu merken, daß die hier aufgeführten Zustände des Organismus alle von der Art sind, wo sich die wesentliche, und (in Rücksicht auf die in Frage stehende der Respirationswerkzeuge) primäre Affection des Gehirns gar nicht verkennen läßt. — Noch viel deutlicher und größer, als bei der Wirkung der Affecten u. s. w. (vergl. C.) zeigt sich hier die Abhängigkeit des Athemholens von dem Zustande und der organischen Wirksamkeit des Gehirns: sie zeigt sich hier ohne Einmischung von irgend

einer

einer Willkür, ja selbst oft ohne zugleich obwaltende Regung einiges Bewußtseins: sie zeigt sich sogar in der Uebereinstimmung nicht bloß des Grades, sondern auch der Art der Respirationsbewegung und der Gehirnaction; hier sowohl, als bei jenen Vorgängen (C.) wo noch Bewußtsein und Willkür nebenzu im Spiele waren; und wovon nun desto deutlicher erhellet, daß auch bei ihnen dennoch nur die unwillkürliche und bewußtlose Gehirnaction das eigentlich Wirkende ist. —

Endlich können wir also aus dem Bisherigen jetzt die Folgerung ziehen: daß die menschliche (und die ihr nicht zu unähnliche thierische) Respiration in Hinsicht der dabei vorgehenden Bewegung nicht blos von unwillkürlicher, sonst selbst von bewußtloser Gehirnaction abhänge; und daß sie von dieser in jedem Zustande, im bewußtlosen wie im Bewußtsein mit sich führenden, im Schlafe und schlafähnlichen Zuständen nicht weniger als im Wachen beherrscht werde. —

Dies Resultat würde uns, wenn wir es liebten an der Oberfläche zu bleiben, schon genügen. Aber dem Physiologen giebt es sehr wenig Befriedigung, zu wissen: daß Etwas ist; er fragt um desto angelegentlicher, warum und wie es so ist. Das Warum liegt nun freilich schon im Obigen. Denn wir haben (unter A. und B.) gesehen, daß die Respiration

sich

sich überhaupt mit dem Nervensysteme und für dasselbe weiter entwickelt; daß aber mit der Vervollkommung der Respiration zugleich der Einfluß der Willkür auf dieselbe abnimmt. Nachher sahen wir, daß hierbei zugleich der Einfluß der unwillkürlichen Gehirnthätigkeit desto größer wird. Es ist also sehr einleuchtend; daß dies letztere gerade darum statt findet, weil das Nervenleben und die Respiration in der obersten Region des Thierreichs so sehr vervollkomnet sind. — Aber das Wie jenes Einflusses der Gehirnaction auf die Respirationsbewegung haben wir noch näher zu untersuchen: wobei wir uns ins deß wie immer bescheiden, nur die dabei wirkenden Theile und Vermittlungsglieder auf anatomisch-physiologische Weise bemerklich machen und beleuchten, auch wol gewisse allgemeinere physikalische Lehren darauf anwenden, nicht aber das innerste Wesen des Vorganges insofern er ein organischer ist erfassen zu können. —

Zuerst wollen wir nun sehen, was in jener alein möglichen Bearbeitung des Gegenstandes bis jetzt geschehen sei; dann aber, was zu mehrerer Begründung dieser Lehre und zu klarerer Einsicht in ihren Zusammenhang uns die Physiologie noch für bis jetzt unbenutzte Hülfsmittel darbiete.

E. Bisheriger Gang der Untersuchung über den organischen Mechanismus

chanismus des Athemholens und insbesondere über die Mitwirkung des Nervensystems zu demselben.

Unter organischem Mechanismus der Respiration verstehen wir diejenige zum Gebiete der Irritabilität gehörige Function, durch welche das abwechselnde Inspiriren und Exspiriren mit ihren verschiedenen Modificationen zunächst vollbracht werden, indem wir hiervon den organischen Chemismus der Respiration, bei aller Anerkennung der gegenseitigen genauen Verknüpfung beider, wohl zu unterscheiden haben. — Der Ausdruck Mechanismus bezeichnet hier freilich nur das Oberflächlichste, nämlich das Verhältniß der geradezu wahrnehmbaren Aeußerungen der Respirationsbewegung. So ist es aber auch mit dem Chemismus, der (selbst wenn man dies Wort im weitesten Sinne nimmt, wo das vorzugsweise so genannte Physikalische nicht dadurch ausgeschlossen wird) doch nur die materielle Veränderung, die das Blut durchs Athmen erfährt, vergleichungsweise andeutet. Die eigentlich wirkenden Ursachen beider Vorgänge und die letzten Gründe (oder wenn man will, die Zwecke) beider Vorgänge liegen tiefer; sie haben ihre bestimmte Stelle in dem Zusammenhange der ganzen Lebensthätigkeit, ihren angewiesenen Platz und Rang in der Gesammtheit des lebenden thierischen Individuums; und sie werden in dieser Rücksicht organische Vorgänge genannt.

nannt. Unter dieser nähern Bestimmung kann man also ohne Bedenken von einem Mechanismus oder Chemismus auch bei Functionen des thierischen Lebens reden. —

In dem Ausdrucke: organischer Mechanismus, liegt aber, wie er gewöhnlich und auch hier von uns genommen wird, noch ein anderer Sinn, noch eine Bezeichnung mehr innerlicher Verhältnisse und Actionen. Die Expansion und Contraction irritabler Organe, und die davon abhängige räumliche Bewegung mit ihnen verknüpfter oder in ihnen enthaltener Theile und Materien, sind dem Phänomen nach wirklich mechanische Vorgänge. Damit sie aber geschehen, müssen zwischen den Organen und den organischen Gebilden als Bestandtheilen derselben gewisse Gegensätze obwalten und gewisse hieraus entspringende Wechselactionen statt finden; deren inneres Getriebe wir nun bildlich ebenfalls wie einen Mechanismus betrachten. Erst wenn man dies hinzunimmt bekommt also der Ausdruck: organischer Mechanismus, seine volle Bedeutung. — Wir pflegen insbesondere solche Vorgänge, die in constanten oder aus der organischen Anlage gerade herrührenden Verhältnissen gegründet sind, hierdurch von denen zu unterscheiden, deren Triebfeder die Willkür ist; und wir nennen zum Unterschiede von den willkürlichen solche Vorgänge auch wol automatische.

Bei dem automatischen Vorgange des Athemholens, oder dem organischen Mechanismus der Respiration

ration, kommen nun vorläufig mehrere Fragen in Betracht, mit deren Beantwortung wir uns zunächst jetzt beschäftigen werden. Es wird sich dabei zeigen inwieweit die bisherigen Untersuchungen der Physiologen und Aerzte eine solche Beantwortung gestatten oder nicht, und was etwa für Lücken darin geblieben sind.

1. Welche zur Respirationsbewegung gehörige Theile sind es, auf deren Thätigkeit jene Bewegung zunächst und wesentlich beruht?

Unter den eigentlich muskulösen am Thorax befestigten Organen ist, wie wol kein Physiologe bezweifeln möchte, der Zwerchmuskel (diaphragma) der am beständigsten und am meisten zum Athemholen beitragende Theil. Die Indifferenz aller Inspirations- und Exspirationsmuskeln ist im Zwerfell dargestellt; das Diaphragma ist also Respicationsmuskel — und hat daher keinen Antagonisten. So äußert sich Walther *) nach Troxler **) hierüber, nachdem er den Antagonismus der übrigen hierher gehörigen Muskel ebenfalls meist nach Troxler auseinandergesetzt hat ***). — Nach dem Zwerchmuskel

*) S. dess. „Physiologie etc." Bd. 2. p. 126.

**) Versuche in der organischen Physik. V.

***) l. c. p. 123 sqq. — An dieser Exposition scheint mir nur Das auszusetzen zu seyn, daß auf die Be-

muskel folgen in Hinsicht auf die Wichtigkeit und Nothwendigkeit für das gewöhnliche und gleichmäßigere Athmen die Zwischenrippenmuskeln und die Bauchmuskeln; die zwar in einem Antagonismus der Wirkung stehen, aber in einem solchen, der durch den Gegensatz, den die Elasticität der Rippenknorpel und die Art der Gelenkverbindung der Rippen und des Rückgrads macht, geschwächt und gleichsam getrübt wird; indem hierdurch die Wirkung der Intercostalmuskeln ohnehin schon eine beträchtliche Gegenwirkung erhält. — Ein beträchtlich andauernder Zustand, worin theils die Action dieser Muskeln sich wichtiger als gewöhnlich macht, theils aber jene einer mechanischen Gegenwirkung wegen der Gespanntheit und des geschwächten Zustandes der Bauchmuskeln hauptsächlich in Betracht kommt, ist die Schwangerschaft in ihren letzten Monaten. Die Zwischenrippenmuskeln übernehmen dabei einen Theil von Dem, was dem Zwerchmuskel an Thätigkeit (die nun allerdings sehr vermindert aber keineswegs aufgehoben ist) abgeht; und das Athmen einer solchen Schwangere ist zwar schwächer und unkräftiger (was gerade mit der ihrem Zustande angemessenen Sanguification am besten zusammenstimmen möchte); findet aber

---

Beweglichkeit des obern Theils des Thorax, und dessen Gegensatz gegen den untern, doch wol zu viel Gewicht gelegt ist; und daß die Bauchmuskeln nur als Antagonisten von andern Brustmuskeln, aber nicht, was sie offenbar auch sind, von den Zwischenrippenmuskeln betrachtet werden.

aber doch selbst im Schlafe und ohne Hülfe des Willenseinflusses noch in hinlänglichem Maße statt. —

Je mehr nämlich die muskulösen auf das Athemholen sich beziehenden Theile nach innen liegen, desto nothwendiger ist ihre Wirkung und desto weniger ist Willenseinfluß zu derselben erforderlich, obwol er möglicher Weise statt finden kann; und dem Zwerchmuskel, der noch eine zusammenhängende Fleischhaut ist, stehen in dieser Hinsicht die Zwischenrippenmuskeln, die eine durch Knochenstreifen unterbrochene, aber schon doppelte in sich selbst einen Gegensatz bildende, Fleischhaut darstellen, am nächsten *).

Nur bei heftigerem Athemholen kommen die auswendig am Brustkorbe liegenden eigentlichen Muskeln hierzu bedeutend zu Hülfe. Dazu ist aber entweder der wirkliche Willenseinfluß erforderlich, wie im wachenden Zustande; oder eine seine Stelle vertretende ungewöhnliche Nervenaufregung, wie z. B. ein lebhaftes affectvolles Traumbewußtsein im Schlafe und selbst zuweilen ganz bewußtlose Affection in gewissen krankhaften Zuständen (s. oben C. Epilepsie).

Mit den bei der Respiration wirkenden eigentlich muskulösen Theilen wären wir also ziemlich im Klaren; und es ist hier nur noch zu bemerken, daß das umgekehrte Verhältniß der Nothwendigkeit ihrer Action zum Athmen und der Abhängigkeit dieser Action von

der

*) Das Nähere über alle diese Punkte s. m. in Döllinger's Naturlehre des m. O. p. 217. sqq. Walther's Physiol. p. 127. u. der meinigen p. 179. sqq.

der Willkür, ganz zu Dem paßt, was weiter oben (B.) über den abnehmenden Willenseinfluß auf die Respiration überhaupt bei zunehmender Nothwendigkeit und Wichtigkeit derselben für das thierische Leben bereits vorgetragen wurde.

Mehrerem Zweifel unterworfen ist das Verhalten der zur Respiration dienenden Eingeweide, namentlich der Lungen, bei der Respirationsbewegung. Sind die Lungen hiebei selbstthätig? oder geben sie, wie ein Schlauch, der eindringenden Luft und dem sich verengernden Thorax beim Einathmen und Ausathmen bloß nach? — Der Nachdruck, mit welchem der große Haller letztere Meinung gegen jene in Schutz nahm *), erklärt sich hinlänglich schon daraus, daß er (freilich sehr irriger Weise) das Athemholen gänzlich und allein vom Willen abhängen ließ, diesem aber einen Einfluß auf ein bloß zelligtes Eingeweide, wie er sich die Lungen dachte, unmöglich einräumen konnte. — Den neuesten Untersuchungen **) zufolge ist aber die Anlage der Lungen zur Bewegungsthätigkeit selbst von der anatomischen Seite nicht mehr zu bezweifeln, und Haller würde jetzt schwerlich behaupten, dieser Theil sei ohne Irritabilität (irritabili natura destitutus). Am genauesten hat Reiß-

*) Elem. physiol. Tom. III. (Lausann.) pag. 226. sqq.

**) Sömmerring und Reißeisen über die Structur, die Verrichtung und den Gebrauch der Lungen. Zwei Preisschriften. Berlin 1808.

Reißeisen die faßerigte Structur der Luftröhrenverästelung untersucht; er hat Ringfasern und Längenfasern bis in sehr feine Zweige der Luftgefäße verfolgt *), woraus die Lungensubstanz wesentlich besteht, und wovon die kleinsten Endzweige Das bilden, was man sonst fälschlich als ein in sich zusammenhängendes Zellgewebe der Lungen betrachtete. Wer nun nicht ganz willkürlich annehmen will, jener faserichte Bau sei nahe am Ende der Luftröhrenverzweigung plötzlich wie abgeschnitten, was sich ohnehin durch keine Analogie wahrscheinlich machen läßt: der muß zugeben, daß selbst die Endzweige der Luftröhre, die sogenannten Luftbläschen oder Luftzellchen der Lungen, also die ganzen Lungen in ihrer eigentlichen Substanz, irritabler Natur sind und Anlage zur Bewegungsthätigkeit haben. —

Physiologisch die Sache betrachtet, ist die Selbstthätigkeit der Lungen beim Athemholen schon darum sehr wahrscheinlich, weil sie bei solchen Thieren, wo das Athemholen von der Bewegung anderer mehr äußeren

*) l. c. pag. 15. sqq. — Nur folgt daraus: daß die Longitudinalfasern am längsten nach dem Tode wirksam bleiben, keinesweges (wie p. 18. gesagt wird), daß diese Wirkung nur durch ihre Elasticität als eine todte Kraft geschehe. Auch zeigt Reißeisen gleich nachher von diesen Fasern, die er für etwas räthselhaft erklärt, wie sehr sie durch ihren Gefäßreichthum beim Menschen insonderheit sich zu irritablen Gebilden qualificiren.

äußeren Theile der ganzen Organisation nach unmöglich abhängen kann, so auffallend und augenscheinlich ist, namentlich bei den Amphibien, was Walther vortrefflich auseinander setzt *). Wie sollte nun ein Organ, dessen Bewegungsthätigkeit hier sogar noch der Willkür durchaus gehorcht, bei den höheren Thieren und dem Menschen auf einmal ohne alle Bewegungsthätigkeit sein, und sich in dieser Hinsicht nur in einen todten Schlauch verwandelt haben? — Auch konnte die noch fortdaucrnde Bewegung der Lungen bei von außen geöffnetem Thorax **), schon Haller eigentlich nicht leugnen; sondern er versteckt sich bei Dem was er hierüber sagt, hinter allerlei Ausflüchte, und erwägt nicht, daß bei Fragen dieser Art Ein wirklich beobachteter Fall dafür beweisender ist, als Zehn dagegen. — In gewissen innerlichen krankhaften Zuständen wird die eigene Bewegung der Lungen zwar nicht gesehen (wie bei äußern Verletzungen) aber doch gefühlt. Der sogenannte Brustkrampf, eigentlicher Lungenkrampf, welcher als Begleiter von heftigem Kummer und Aerger, und außerdem als selbstständige Krankheit häufig genug vorkommt, ist mit einem eben so deutlichen als peinlichen Gefühle von das Athmen erschwerender Zusammenschnürung im Innern der Brust verknüpft, und läßt sich hieran allein schon von andern ebenfalls schmerzhaften Brustaffectionen hinlänglich unter-

*) l. c. pag. 116. sqq. Vergl. auch Nitzsch l. c. pag. 34.

**) Ebend. pag. 137.

terscheiden. Der Thorax paßt aber dieser krampfhaften Bewegung der Lungen, die mit Zwerchmuskelkrampf und überhaupt mit Krämpfen in äußern Theilen des Thorax weder einerlei noch leicht zu verwechseln ist, sich keinesweges an, und vermag dies auch um so weniger, je mehr jene Bewegung sich ihrer Natur nach auf Einen Lungenflügel oder gar auf einzelne Stellen beschränken, und sich in Hinsicht auf Expansion und Contraction an verschiedenen Stellen zu derselben Zeit ungleich verhalten kann. — Ferner giebt das ohne Selbstthätigkeit der Lungen durchaus räthselhafte erste Einathmen besonders darum einen höchst wichtigen Grund ab, weil das Athmen und selbst Schreien der Kinder während sie noch in der Geburt steckten, ihr Thorax also noch zusammengepreßt war und nur erst Luft zu ihrem Munde gelangen und von den sich ausdehnenden Lungen aufgenommen werden konnte, in so vielen glaubhaften (und zum Theil gerichtlich beglaubigten) Fällen vorgekommen ist *), daß man gar nicht mehr daran zweifeln darf. — Endlich würde auch eine Unthätigkeit der Lungen bei der Respirationsbewegung mit ihrer Beziehung zu andern Organen und der Stelle die sie im Organismus einnehmen allzusehr im Widerspruch stehen; (was ich schon anderswo **) erör-

*) S. Adolph Henke's Revision der Lehre von der Lungen- und Athemprobe. In Horns Archiv f. medic. Erfahrung. Neue Folge 1811. Bd. I. pag. 377. (Auch besonders abgedruckt.)

**) Lehrb. d. Physiol. pag. 182. sqq. 190.

erörtert habe und daher hier nicht wiederholen mag). —

Indeß ist darum nicht zu leugnen, daß die Lungen des Menschen und der Säugethiere eine gewisse Nachgiebigkeit haben, wodurch die Uebereinstimmung ihrer Bewegung mit der des Thorax selbst auf mechanische Weise begünstiget wird; wodurch sie Schwierigkeit finden, dem Drucke der Atmosphäre, er komme nun von inwendig, wie bei dem Eindringen der Luft im Momente der Erweiterung des Thorax, oder von auswendig, wie bei geöffnetem Brustkorbe *), durchaus zu widerstreben, und wodurch sie verhindert werden, sich über sie ausdehnender und in sie eingesperrter Luft, eben so energisch zusammenzuziehen **), wie das Herz dies vermag ***). — Die Nachgiebigkeit dieses Eingeweides, die von seinem zarten und schlaffen Bau herrührt, hindert aber dasselbe nicht an der Respirationsbewegung Theil zu nehmen, und sie unter Umständen allein und ohne Hülfe anderer Theile am Thorax zu vollbringen (s. oben). —

Möchte man aber auch mit Döllinger ****) die Lungen als ruhend, und in Hinsicht auf Ausdehnung und Anfangsverminderung bloß passiv, betrachten; so wäre ihnen damit ein innerer activer Einfluß

*) Haller l. c. pag. 227.

**) Ebend. pag. 228.

***) Autenrieth's Handb. d. Physiol. Th. 1. pag. 106.

****) l. c. pag. 219.

Einfluß auf die Respirationsbewegung noch nicht abgesprochen, sondern sie könnten dennoch hierin, nach Döllinger's mit Gründen unterstützter Angabe, das Bestimmende sein. Vielleicht bestimmen die Lungen und die muskulösen Theile des Thorax in ihrer Bewegung einander wechselseitig; vielleicht herrscht hierin, wie Walther *) sich ausdrückt, eine prästabilirte Harmonie. —

Worin diese bestehe, und inwiefern hierin die eigentlichen Respirationsorgane einer andern höhern Region des Organismus untergeordnet seien, werden wir im Folgenden untersuchen; indem wir für jetzt uns an das Resultat halten, daß die Lungen und der Zwerchmuskel diejenigen Theile sind, durch deren selbstthätige Bewegung das gewöhnliche, regelmäßige und ruhige, Athemholen zunächst und hauptsächlich vollbracht wird.

So wie das Herz sich expandirt um das Blut in sich einströmen zu lassen; ja man könnte vielleicht sagen, so wie der Uterus sich expandirt und seinen Eingang eröffnet, um den befruchtenden Samen aufzunehmen; so gerathen die Lungen durch Selbstthätigkeit in den Zustand vermehrter Ausdehnung, in den erhöhten und freier hervortretenden Lebensturgor, wobei sie die Luft in sich einziehen, die gleichsam ein das Blut befruchtender Lebensodem ist; und hierin besteht dem

*) l. c. pag. 120, 137.

dem Wesentlichen nach das Einathmen, das also genau genommen auf vermehrter eigenthümlicher Lungenthätigkeit beruht. Der Zwerchmuskel geräth bei demselben Momente des Athemholens in Zusammenziehung, die mit der Ausdehnung der Lungen gleichzeitig ist. — Hierauf folgt alsdann die Expansion (und das damit gegebene Hinaufsteigen) des Zwerchmuskels, die bei allen irritabeln Organen, als ihre freieste, und so zu sagen natürlichste Lebensäußerung anzusehen ist; und bei der der Zwerchmuskel sich eben so selbstthätig verhält, als die Lungen bei der ihrigen. Das Hinaufsteigen des Zwerchmuskels und die Verengerung des Brustraums bestimmen die Exspiration, wobei aber die Lungen zugleich in Zusammenziehung gerathen und die in ihnen enthaltene Luft (wenigstens einen großen Theil derselben) hinaustreiben helfen. Expansion der Lungen und Contraction des Diaphragma; Expansion des Diaphragma und Contraction der Lungen sind also gleichzeitig. Die Contraction der Intercostalmuskeln hingegen geschieht zugleich mit der des Diaphragma, dieser zu Hülfe kommend und sie gleichsam supplirend (s. oben), bei der Inspiration. —

Die Verengerung des Thorax bei der Exspiration befördert und beschleunigt das Zusammensinken (collapsus) der Lungen bei denselben, das aber eigentlich durch ihre Contractilität geschieht. Eben so begünstigt und vervollständiget die Erweiterung des Thorax und das Eindringen der äußern Luft bei der Inspiration die selbstthätige Ausdehnung der Lungen. —

In

In solchen Fällen, wo es diesen an eigener Energie fehlt, bleiben aber dessen ungeachtet einzelne Stellen, ja ganze Lappen und Flügel derselben im contrahirten Zustande *). Dies sind entgegengesetzte Beispiele zu den (weiter oben) angeführten, wo der Thorax an seiner Ausdehnung gehindert wird, indem der Körper des Kindes noch von den Geburtstheilen der Mutter eingepreßt ist, und dennoch die Lungen aus eigener Macht sich bereits ausdehnen; dahingegen sie hier bei ausgedehntem Thorax wenigstens theilweise compact bleiben. Man hat also in dem Verhalten dieser Organe bei Neugebornen einen positiven und einen negativen empirischen Beweis für ihre Selbstthätigkeit bei der Respirationsbewegung.

2. Durch welche andere mit ihnen verknüpfte Theile werden die eigentlich respirirenden Organe in ihrer Thätigkeit zunächst bestimmt?

Bei jeder aus eigentlicher Irritabilität, (insofern diese von bloßer Contractilität unterschieden wird) hervorgehenden Bewegungsthätigkeit sind, wie die Physiologie zur Genüge dargethan hat, Nerven immer und nothwendig die bestimmenden Theile. Nur das Nervensystem steht noch höher im Organismus, als das blutfüh-

*) Vergl. Henke l. c., und insbesondere darüber, daß der rechte (stärkere) Lungenflügel meistens früher athmet, als der linke: ebend. pag. 440.

führende System und die irritabeln Fasern; nur Verzweigungen des Nervensystems können also die Verzweigungen des blutführenden und die irritabeln Fasern beherrschen, und auf deren Bewegungsthätigkeit durch ihre dynamische Action als höheres Moment bestimmend einwirken. — Da aber derjenige Bewegungsact, den die bewegsamen Theile schon von selbst und vermöge ihrer eigenen Lebensfülle und Kräftigkeit vollbringen, die Ausdehnung ist; und die von einem andern organischen Gebilde ausgehende Action auf die eigenthümliche Thätigkeit solcher Theile beschränkend wirken muß: so ist die Zusammenziehung irritabler Theile immer derjenige Act ihrer Bewegung, welcher von dem äußern bestimmenden Momente und namentlich von der Nervenaction eigentlich abhängt *). —

Diese allgemeineren, durch unzählige Thatsachen bestätigten Grundsätze der Lehre von der Irritabilität können wir dreist auch auf die Respirationsbewegung anwenden; und wir werden auch bei ihr nicht etwa in den Blutgefäßen **), oder in den Luftkanälen, oder in

*) Die Turgeszenz ist der Aeußerung nach das Umgekehrte der gewöhnlichen Irritabilitäts-Bewegung; indem nemlich ein turgescirender Theil durch sehr überwiegenden Nerveneinfluß, wie die Physiologie lehrt, für gewöhnlich in Contraction erhalten, und nur bei veränderter Nervenstimmung daraus freigelassen wird. — Ein Mittleres ist in dieser Hinsicht die Bewegung der Iris, von der man nicht sagen kann, ob Expansion oder Contraction ihr mehr gewöhnlich sei.

**) Die Ausdehnung der Zweige der Pulmonalarterie

in noch andern Theilen, sondern ebenfalls in den Nerven das bestimmende, und zwar das die Werkzeuge des Athemholens zur Contraction bestimmende Moment aufzusuchen haben.

So wie nun der Zwerchmuskel und die Lungen durch ihre abwechselnde Bewegungsthätigkeit das ruhige und unwillkürliche Athemholen hauptsächlich vollbringen (s. oben 1.); so sind es auch hauptsächlich die Nerven dieser Theile, deren Action für die Erklärung des Athemholens von Wichtigkeit ist; wie man theils schon längst gewußt, theils aber erst neuerlich einzusehen angefangen hat. Weit weniger nämlich, als die Nerven des Zwerchmuskels wurden die der Lungen in dieser Hinsicht sonst beachtet, was sehr

natür-

rie durch das Andringen des aus dem Herzen fortgetriebenen Blutes kann zur Ausdehnung der Lungen, und folglich zum Einathmen, zwar mitwirken, aber sie ohne Selbstthätigkeit der festen Substanz der Lungen nicht eigentlich vollbringen. — Man war auch oft geneigt, und ist es zum Theil noch, vielmehr umgekehrt den kleinen Kreislauf ganz von Athemholen abhängig zu machen; was indeß Emmert (Reil's Archiv f. d. Physiol. Bd. 5. Hft. 3.) als irrig erwiesen hat, und was als solches deutlich genug in allen Versuchen sich zeigt, wo dunkles Blut durch die Lungen zum Herzen zurückkommt. — Ein Beurtheiler meines Lehrbuchs der Physiologie (in der Jenaer Lit. Zeit.) der, wie er selbst sagt, die dictatorische Methode zu der seinigen gemacht hat, möge sich dies merken, um ferner nicht das Blut durch das Athemholen „im Körper herumpeitschen" zu lassen!

natürlich war, da man überhaupt den Lungen als Werkzeugen der Athmungsbewegung ihr gehöriges Recht nicht angedeihen ließ. —

Schon Haller und seine theils näheren theils sehr entfernten Vorgänger hatten die verschiedene Wichtigkeit der Nerven des Diaphragma für das Athemholen richtig erkannt; und sich überzeugt: die Bewegung dieses merkwürdigen Muskelgebildes hänge so sehr von den eigentlich sogenannten Zwerchmuskelnerven (nn. phrenici), und so wenig von den übrigen zum Diaphragma gehenden Nervenzweigen ab, daß man nur die ersteren als seine wahrhaften und beständigen Regierer betrachten dürfe *). Dies zeigen deutlich sowohl die bei Reizung als die bei Störung und Unterdrückung ihrer Thätigkeit wahrgenommenen Phänomene. Der Zwerchmuskel ruht, wenn jene Nerven unterbunden oder zerschnitten sind; er geräth in Bewegung, wenn sie durch mechanische Einwirkung irritirt werden; und zwar, falls dies an ihrem untern Theile geschieht, selbst da, wo dessen Zusammenhang mit dem obern vorher aufgehoben wurde. — Also von den nn. phrenicis hängt die Zusammenziehung des Zwerchmuskels ab; und in Ausdehnung geräth er von selbst, durch seine eigene Thätigkeit, sobald die ihn zur Contraction zwingende Einwirkung jener Nerven aufhört. —

Die

*) Cf. Haller l. c. pag. 92.

Die Nerven der Zwischenrippenmuskeln müssen als Gehülfen der Zwerchmuskelnerven betrachtet werden, so wie jene Muskeln es für den Zwerchmuskel sind (vergl. 1.); und es finden sich auch zwischen beiderlei Nerven gewisse wesentliche organische Uebereinstimmungen, die ein solches Verhältniß begründen können; wovon weiter unten die Rede sein wird.

Unter den Nerven, welche den Lungen angehören, haben wir bloß die vom herumschweifenden Nervenpaare kommenden Verzweigungen zu verstehen, die vor ihrer weitern Verbreitung in den Lungen das vordere und hintere Lungegeflecht bilden: denn Reißeißen und Sömmerring haben gefunden, daß von jenem Nervenpaare zwar Fäden zu den Herznerven vom sympathischen System gehen, aber wahrscheinlich gar keine von diesen zu jenen *); und daß wenigstens alle Verbindung zwischen dem herumschweifenden und dem großen sympathischen Nerven außerhalb den Lungen geschieht, letzterer aber durchaus keine Zweige unmittelbar in dieselben hineinsendet **). —

Haller's Ansicht von dem Verhältnisse der Lungen zu ihren Nerven reducirt sich hauptsächlich auf die (sehr zu beschränkende) Behauptung, daß jenes Eingeweide nur wenig Empfindlichkeit habe; und daß es auch arm an Nerven sei, was Reißeisen

*) l. c. pag. 38. 123. 125.

**) ebend. pag. 39.

eisen mit Recht bestreitet *). Auch waren, hierin Licht zu geben, die damals vorhandenen Versuche über die Wirkungen des herumschweifenden Nervenpaares nicht geeignet, indem namentlich die von Willis **) nur darauf ausgingen, zu zeigen, daß die Herzbewegung von dem Einflusse jenes Nervenpaares zum Theil abhänge. —

Die ersten für uns hier bemerkenswerthen Versuche über den Einfluß desselben auf die Lungen sind die von Bichat ***); woraus aber er selbst, wegen seiner allzustrengen Entgegensetzung des organischen (vegetativ-animalischen) und eigentlich animalischen Lebens, gar nicht die angemessenen Resultate zog. Jenem Vorurtheile zu Liebe sah er die auffallenden Veränderungen der Respirationsbewegung, die bei Reizung oder Durchschneidung der herumschweifenden Nerven sich seiner Beobachtung darstellten als mittelbare Wirkung des Schmerzes an, den die dem Thiere beigebrachte Halswunde ihm verursache; was nach dem bei spätern Versuchen an den hierzu gebrauchten Thieren Beobachteten durchaus für irrig zu halten ist. — Wenn Bichat den herumschweifenden Nerven auf beiden Seiten des Halses reizte, so wurde die

*) ebend. pag. 35. 36.

**) Opera omnia (Genev. 1680) Cerebri anat. nervorumque descript. pag. 127.

***) Recherches sur la vie et la mort, Paris An. 8. chap. 1. art. 10. pag. 315. Deutsch. Uebers. Tübing. 1802. pag. 351. sqq.

die Respiration sehr beschleunigt, das Thier wurde unruhig, und die Verrichtung der Lunge schien sehr erschwert zu sein: — durchschnitt er den Nerven auf einer Seite, so gerieth das Athmen zwar in's Stocken, aber das Thier erholte sich wieder, durchschnitt er ihn auf beiden Seiten so wurde die Respiration anfangs schnell, kehrte nicht wieder zu ihrem natürlichen Gange zurück, blieb vier oder fünf Tage ausserordentlich mühsam, und das Thier starb. — Dessen ungeachtet behauptete Bichat, das herumschweifende Nervenpaar habe nur unter solchen besonderen Umständen einen Einfluß auf die Lungen, der im gewöhnlichen Zustande nicht wirksam sei; die Lungenthätigkeit sei vielmehr abhängig vom ersten Brustknoten des sympathischen Systems (welches nach ihm überhaupt ausschließlich das Nervensystem des organischen Lebens sein sollte). — Wäre Bichat schon über die Verhältnisse dieses Systems zu den Lungennerven so unterrichtet gewesen, wie man es erst in der Folge wurde (s. oben): so hätte er seinen Irrthum von selbst eingesehen. —

So wie Bichat nicht einmal einen beständigen und nothwendigen Einfluß der herumschweifenden Nerven auf die Bewegung der Athmungswerkzeuge zugeben wollte; so suchten im Gegentheile Dupuytren und Dupuy durch ihre Versuche darzuthun *), daß

*) Annales de Chimie Tom. LXIII. pag. 35 — 48. und die vorläufige Nachricht davon: Salzb. medic. chirurg. Zeitung 1808. Beilage zu Nr. 9.

daß sogar der chemische Proceß des Athmens von dem Einflusse jener Nerven abhänge und durch denselben bedingt werde. Sie fanden nämlich bei ihren an Pferden und Hunden angestellten Versuchen, daß beim Durchschneiden oder Zusammenpressen der herumschweifenden Nerven nicht allein die Respirationsbewegung erschwert wurde, sondern auch die Umwandlung des dunkeln Blutes in hellrothes bei seinem Durchgange durch die Lungen nicht mehr gehörig von statten gieng. Statt nun genau zu untersuchen, in wie weit etwa diese letzte Veränderung eine Folge jener ersten sei; nahmen sie vorschnell an, die Action des herumschweifenden Nervenpaares habe einen unmittelbaren Einfluß auf die Verwandlung des Blutes in den Lungen, ohne welchen diese nicht vor sich gehen könne. —

Mehrere Stimmen erhoben sich alsbald gegen die Resultate, welche Dupuytren und Dupuy aus ihren Versuchen zogen; und gegen das eben angeführte Hauptresultat besonders Dumas, der es auf directem Wege durch ein leichtes Experiment widerlegte. Er zeigte nämlich: daß wenn Thieren (Hunden), denen man jene Nerven unterbunden hatte, durch die Luftröhre Sauerstoffgas künstlich eingeblasen wurde, dennoch das (vorher durch Wirkung jener Unterbindung dunkel bleibende) Blut sich wieder roth färbte *). — Man könnte zwar hiergegen einwenden: ein solcher übermächtiger physischer Einfluß müsse allerdings diese Wir-

*) Moniteur universel 1808. pag. 1256.

Wirkung, die er ja auf das Blut an freier Luft und, frühern Versuchen nach, selbst durch eine todte Blase hindurch ausübe, auch in an ihrer Vitalität geschwächten Lungen in dem Blute hervorbringen; und es sei daraus nicht zu folgern, daß die Blutverwandlung in denselben bei regelmäßiger Respiration ohne gehörige Lebendigkeit der Lungen und ohne jenen Nerveneinfluß erfolge. Indeß muß man gestehen, daß die Verwandlung des Blutes beim Athmen doch wirklich ein physisch-chemischer Vorgang ist, und daß das Blut gerade deswegen durch die Lungen hindurchgeht, um sich der Luft zu einer hierauf geradezu abzweckenden Einwirkung darzubieten. —

Auch ergiebt sich schon bei einer sorgfältigen Erwägung derjenigen Versuche, welche Blainville zur Prüfung der Dupuytren'schen Behauptungen anstellte *) (wozu Kaninchen und Tauben gebraucht wurden): daß das Dunkelbleiben des durch die Lungen gehenden Blutes nach Durchschneidung der herumschweifenden Nerven nur in dem Maße statt finde, als die zunehmende Schwäche und Unordnung der Respirationsbewegung nicht neue Luft genug um das Blut zu färben in das Innere der Lungen mehr eindringen lasse; daß ebendaher dies gleich anfangs nach jener Durchschneidung nicht bemerkbar sei, wo nämlich die

*) Propositions, extraites d'un Essai sur la respiration, suivies de quelques expérience sur l'influence de la huitième paire de nerfs dans la respiration; par H. M. Ducrotay de Blainville, Paris 1808. 4.

die willkürliche Verstärkung und Beschleunigung des Athemholens (bei solchen in gegebener Zeit öfter respirirenden kleineren Thieren) eine solche Wirkung des gestörten Einflusses jener Nerven noch verhindert; und daß hiermit die alsdann noch fortwährende Verderbung der zum Athmen gebrauchten Luft übereinstimme. —

Emmert's Versuche *) sind zwar weniger zahlreich; sie übertreffen aber an Genauigkeit alle übrigen, und vereinigen in sich beiderlei Art von Widerlegung Dupuytren's, sowol die von Blainville als die von Dumas gebrauchte. — Die uns hier interessirenden Resultate seiner (an Kaninchen angestellten) Versuche sind folgende: das Athmen wird durch das Zerschneiden des zehnten Nervenpaars (nach richtiger Sömmerring'scher Zählung) seltner und langsamer, und erfolgt unter größerer Anstrengung, besonders der Rippenmuskeln **); — diese Störung tritt zwar gleich nach der Verletzung ein, wird aber oft erst einige Zeit nachher beträchtlich, und vermehrt sich nach jeder auch nur geringen Anstrengung; — die Wirkung sowol der Intercostalmuskeln, als des Zwerchmuskels, dauert nach jener Verletzung noch fort, nur scheint die des letztern etwas geschwächt; — die Umwandlung des venösen Blutes in arterielles wird zwar durch diese Verletzung etwas gestört, sie dauert aber noch fort und geschieht, wie

*) Ueber den Einfluß des herumschweifenden Nerven auf das Athmen; in Reil's u. Autenrieth's Archiv ꝛc. Bd. 9. (Hft. 2.) pag. 380.

**) l. c. pag. 405.

wie vor dieser Verletzung, wenn nur die gehörige Menge von Luft in die Lungen gelangt und der Kreislauf nicht sehr gestört ist *). — — Daß die Zerschneidung des zehnten Nervenpaars den Uebergang des venösen Blutes in arterielles weit mehr, als bei Hunden, Kaninchen (und überhaupt wol bei kleinern öfter inspirirenden Thieren), bei Pferden störe, erklärt Emmert **) sehr gut aus dem langsamern Kreislaufe, dem seltneren Athmen, und der größern Masse und Venosität des Blutes, bei diesen Thieren. Doch mag auch wol die unwillkürliche Action des zehnten Nervenpaars nicht bei allen Säugethieren gleich unvermischt und gleich energisch sein; und eine genaue vergleichende Anatomie des Nervensystems der verschiedenen zu solchen Versuchen gebrauchten Thiere wäre, wie Emmert bemerkt, allerdings sehr zu wünschen. Kaninchen namentlich taugen wol nicht am besten zur Bestimmung der vollen Wichtigkeit des zehnten Nervenpaars für das Athemholen, da sie von Haller ***) gerade als Beispiel einer auffallenderen Macht der Willkür über die Respirationsbewegung aufgestellt werden. — Tauben sind (wegen der abweichenden Organisation der Respirationswerkzeuge in der Thierklasse, wozu sie gehören) noch viel weniger zu solchen Versuchen geeignet. Blainville wundert sich, daß Tauben, denen er die herumschweifenden

*) l. c. pag. 406.

**) l. c. pag. 418.

***) l. c. pag. 262.

fenden Nerven durchschnitten hatte, nachher noch viel länger lebten, als, zu eben solchen Versuchen gebrauchte, Säugethiere *). Nach Dem aber, was wir (oben B.) hierüber bemerkt haben, versteht sich dies eigentlich schon von selbst, zumal wenn man die von Blainville **) nur noch als kühne Vermuthung angegebene, von Blumenbach aber längst gründlich dargelegte Bestimmung der mit Muskelfasern umgebenen Luftsäcke der Vögel erwägt. —

Obgleich nun Emmert in Hinsicht auf die Abhängigkeit der Blutumwandlung in den Lungen den Dupuytren'schen Behauptungen widerspricht; und, indem er auf das Aeltere (welches er im Anfange des angeführten Aufsatzes vortrefflich zusammengestellt) zu großen Werth legt, Dupuytren's Verdienst im Gegentheile zu sehr herunterseţt ***): so verkennt er doch

*) l. c. pag. 33.

**) pag. 11.

***) z. B. l. c. pag. 389. — Dupuytren hat doch (außer Bichat, der sich aber durch den sympathischen Nerven gänzlich irre machen ließ) zuerst das Verhältniß der Lungen zu ihren Nerven bestimmt in's Auge gefaßt, und seine Versuche eigends zu diesem Zwecke angestellt. — Arnemann's Versuche lieferten freilich nebenher Resultate, die in eben dieser Beziehung schon merkwürdig genug waren; aber sie führten nicht zum Ziele, weil sie auf einen andern Zweck, nämlich die Regeneration der Nerven gerichtet waren; und führten sogar durch die schwer zu reimende Beobachtung, daß einige Hunde gar von der Durch-

doch keineswegs die Abhängigkeit der Bewegung der Lungen von dem Einflusse der Lungennerven *); und setzt zu dem die Selbstthätigkeit der Lungen bei der Respirationsbewegung (s. oben 1.) die auch Reißeisen **) mit triftigen Gründen vertheidigt, unter Anführung einer Menge dahin gehöriger Beobachtungen auf das Einleuchtendste auseinander. — Wir berufen uns also vorzüglich auf die vortreffliche Emmert'sche Untersuchung (zu welcher die Veranlassung gegeben zu haben, allein schon ein großes Verdienst Dupuytren's ist); und müssen nur in Hinsicht der, dort nicht gänzlich vermiedenen, zu starken Einmischung des großen sympathischen Nerven (vergl. oben), davon abweichen ***). Uebrigens treten wir der Emmert'schen Ansicht unbedingt bei, und behaupten damit übereinstimmend: daß die Lungen in ihrer Bewegung, die sie mit ihrer festen Substanz anhaltend selbstthätig vollbringen,

---

Durchschneidung des zehntes Paars nicht starben, wieder in's Blaue hinein (wovon unten mehr).

*) Deutlich ausgesprochen wird sie u. a. l. c. pag. 409.

**) l. pag. 41. sqq. — Wir werden indeß unten gewisse einzelne Bemerkungen desselben näher betrachten.

***) Emmert sagt, l. c. pag. 418: das Geflecht der Herz- und Lungennerven sei so innig, daß jeder einzelne sympathische und herumschweifende Nerve seine Aeste beiden Seiten des Herzens und beider Lungen schicke. Er hat in dieser Hinsicht nicht beachtet, was in der von ihm selbst angeführten Preisschrift, über die Lungennerven vorkommt.

bringen, von dem herumschweifenden Nervenpaare und namentlich von den die Lungengeflechte bildenden Aesten desselben, regiert werden.

So wie aber andere irritable Theile von ihren Nerven nicht zur Expansion, sondern direct vielmehr zur Contraction bestimmt werden, und so wie eben dies auch schon (weiter oben) auf den Zwerchmuskel und dessen Nerven angewandt werden müßte: so haben wir hier ebenfalls die Contraction der Lungen von dem Einflusse des zehnten Nervenpaares herzuleiten, und die Expansion hingegen ihnen selbst geradezu beizumessen, da letztere das Moment der thierischen Bewegung ist, worin sich die Freithätigkeit der sie vollbringenden Organe zeigt. — Reißeisen meint zwar, die Contraction der Lungensubstanz sei deren Ruhestand, und rühre hauptsächlich von der Elasticität der Längenfasern der Luftröhrenverzweigung her, bei ihrer Expansion hingegen verhalte sich die Lunge ganz leidend *); aber hierbei wird erstens die Kraft jener Fasern irrig und einseitig als bloße Elasticität betrachtet (was wir schon oben 1. rügen mußten); zweitens nicht bedacht, daß Elasticität auch Expansion der Fasern bis zu einem gewissen Grade mit sich führt, wie die Arterien zeigen; drittens die Zusammengezogenheit der Lungen bei der Exspiration, nachdem sie schon thätig waren, mit ihrem wahrhaften Ruhestande beim ungebornen Kinde verwechselt;

*) l. c. pag. 42. 43.

selt *); und viertens endlich die in gewissen Fällen **) beobachtete Ausdehnung der Lungen, unabhängig von den Bewegungen des Thorax, nicht in Betracht gezogen. — Nach alle diesem dürfen wir es dreist für einen Irrthum erklären, wenn Reißeisen die Expansionen der Lungen für ein mechanisches Nachgeben, und die Contraction derselben großentheils für eine todte Zusammenziehung hält.

Blicken wir jetzt zurück auf den oben (1.) erörterten Gegensatz der Bewegung der Lungen und der des Zwerchmuskels: so ergiebt sich, wenn wir die bisherige Auseinandersetzung hinzunehmen; daß der Zwerchmuskel in demselben Momente von der ihn zur Contraction bestimmenden Einwirkung seiner Nerven befreiet wird, in welchem die Lungen von ihren Nerven zur Contraction gebracht werden. — Mit andern Worten: die contractive Einwirkung der

---

*) Beim Embryo findet bekanntlich überhaupt ein ganz anderes Verhältniß der Brnsteingeweide statt; und man kann eigentlich nicht behaupten, seine Lungen seien in Contraction; sie sind vielmehr in Hinsicht auf ihre Verrichtung noch unentwickelt und daher compact. Aehnlich verhält sich der Uterus außer der Schwangerschaft. — Ruhestand ist eigentlich weder die Expansion noch die Contraction irritabler Theile; beide sind Bewegung, beide Selbstthätigkeit; beide können aber, wenn sie beharren, scheinbar sich wie Ruhe ausnehmen.

**) Ganz neuere, und durchaus nicht zu bezweifelnde, führt Emmert an; l. c. pag. 413.

der Zwerchmuskelnerven (nn. phrenici) auf das Diaphragma bewirkt das (gewöhnliche und ruhige) Einathmen; und die contractive Einwirkung des zehnten Nervenpaares (par vagum) auf die Lungen bewirkt das (gewöhnliche und regelmäßige) Ausathmen. —

Der Gegensatz in der Bewegung der das Athemholen vollbringenden hauptsächlichsten irritabeln Theile (des Zwerchmuskels und der Lungen nämlich) ist also verknüpft mit einem Gegensatze in der Action der diese Theile regierenden merkwürdigen beiden Nervenpaare. Und durch diesen letzten Gegensatz wird jener erste bedingt; die abwechselnde Zusammenziehung der Lungen und des Zwerchmuskels, und somit der regelmäßige Wechsel von Ausathmen und Einathmen hängt ab von dem Antagonismus in der Thätigkeit der Lungennerven und Zwerchmuskelnerven. —

Hierauf haben schon mehrere Schriftsteller der neuesten Zeit hingedeutet *). — Auf specielle Erörterung hat sich bis jetzt am meisten Brandis eingelassen. Indeß machte derselbe dabei mehrere Fehlgriffe,

*) Namentlich Reißeisen l. c. pag. 48.; Brandis „Pathologie" pag. 332. sqq. (der auch p. 323. ganz richtig behauptet, zum chemischen Proceß des Athmens als solchem seien keine Nerven erforderlich); Emmert l. c. pag. 416. — Diese betrachten das Verhältniß entweder mehr als consensuelles oder erklären sich gar nicht weiter über diesen Punkt; in meinem physiolog. Lehrbuche pag. 182. sq. ist es bestimmt als antagonistisches dargestellt.

griffe, von denen fast nur die Kunde von den Untersuchungen bewahren konnte, welche eben zu derselben Zeit erst an's Licht traten. Er spricht der Substanz der Lungen die Nerven ab, weil diese von zelligter Beschaffenheit sei, und schreibt sie bloß den Luftröhrenästen zu *); was die mehr erwähnte Preisschrift hinlänglich widerlegt hat. Er will seine Idee von Centralnerven und Ciliarnerven auch auf die Organisation der Lungen anwenden; und läßt nur diese aus den herumschweifenden Nerven, jene aber, die den Arterien des Bronchialsystems angehören sollen, aus dem sympathischen Nerven kommen **); was ebenfalls mit dem Inhalte jener Schrift sich nicht verträgt. Er betrachtet endlich ***) die Zusammenziehung des Zwerchmuskels als wahre Anschwellung (als Volumsvermehrung), und sieht dieses vermehrte Leben des Zwerchmuskels (wie es dort genannt wird) an als direct entsprechend dem vermehrten Leben der Luftröhrenäste (nämlich der vermehrten Nerventhätigkeit ihrer Schleimhaut beim Einathmen). Aber abgesehen davon, daß der letztere Punkt hier zur Ursache gemacht wird, da er doch eigentlich wol selbst nur erst Wirkung in diesen Verhältnissen sein könnte: so treffen diese ganze Ansicht überdies eine Menge Einwürfe. Erstens ist es durch Gruithuisen's ****) ent-

*) l. c. pag. 327. Anmerkung.

**) ebend. pag. 331.

***) ebend. u. pag. 334. 335.

****) Salzb. medic. chirurg. Zeitung 1811. Nr. 84.

entscheidendes Experiment jetzt (zum Glück für das Fortschreiten der Wissenschaft) außer Zweifel gekommen, daß der Muskel bei seiner Zusammenziehung sich wahrhaft und nicht bloß scheinbar zusammenzieht, oder mit andern Worten, daß er dabei eine Volumsverminderung erleidet. Zweitens würde es, wenn dies auch nicht wäre, dennoch irrig sein, bloß die den Zustand der Zusammenziehung irritabler Fasern als Zustand des vermehrten Lebens, und folglich nur die Contraction als Lebensäußerung, die Expansion hingegen als (gleichsam todte) Erschlafung zu betrachten. Drittens ließe jene Ansicht ja dem herumschweifenden Nervenpaare nur eine consensuelle Einwirkung auf die Respirationsbewegung, den Lungen aber nicht einmal eine Mitthätigkeit bei derselben übrig; was aus dem oben Erörterten schon zur Genüge beurtheilt werden kann.

Daß ein consensuelles Verhältniß zwischen den Lungennerven und Zwerchmuskelnerven statt finde, leugnen wir übrigens nicht. Das gewöhnliche ruhige Athemholen aber, beruhet, wie oben gezeigt worden, vielmehr auf einem an abwechselnde Zeitmomente vertheilten Wirken, und auf einer antagonistischen Entgegensetzung der genannten Nerven. — Wo in der Organisation Antagonismus obwaltet, da ist freilich zugleich auch Sympathie, und folglich die Anlage zu consensuellen Wirkungen; jedoch kann, entweder schon der Regel nach oder unter besondern Umständen, das Eine oder das Andere mehr prädominiren;

niren; und so hat in dem Bezirke der Werkzeuge des Athemholens, als solcher Organe die zum Gebiete der Irritabilität gehören, für gewöhnlich der Antagonismus die Oberhand. —

Hiermit wird indeß nicht behauptet, daß die unwillkürliche Respirationsbewegung bloß aus dem Antagonismus jener beiden Nervenpaare, als solcher, hinlänglich zu erklären sei; wobei im Gegentheile sich große Schwierigkeiten zeigen möchten, und bis jetzt auch sich wirklich Denen, die nur an diese Nerven appellirten, immer gezeigt haben. — Es wäre ja möglich, daß jene Nerven der Mitwirkung anderer organischer Gebilde zu einer solchen Thätigkeit bedürften; daß sie selbst noch einer höheren Ordnung in dieser Hinsicht wieder unterworfen wären!

3. Von welchen Theilen der Organisation geht der unwillkürliche Impuls zur Respirationsbewegung eigentlich aus?

Je anerkannter schon von alter Zeit her die Wichtigkeit des Diaphragma für die Respirationsbewegung und die Abhängigkeit seiner Bewegung von den nn. phrenicis und dieser von den Centraltheilen des Nervensystems war: desto leichter mußte man auch auf den Gedanken verfallen, der regelmäßige Wechsel des Einathmens und Ausathmens hänge wol gar von einem Einflusse des Gehirns auf die Respirationsorgane ab.

Es war allerdings eine sinnreiche Erklärung der Nothwendigkeit des auf das Einathmen folgenden Aus-

Ausathmens, nach welcher die Anhäufung des Bluts in dem Venensystem, und eine davon abhängende gleichzeitige Leere des Aortensystems, beim Einathmen eine Schwächung des Gehirns und durch diese eine Lähmung der Intercostalmuskeln und des Zwerchmuskels zur Folge haben sollte; wodurch alsdenn von selbst die das Ausathmen vollbringenden Kräfte in ihre Wirksamkeit einträten. — Insofern diese Kräfte zum Theil wenigstens bloß mechanische sind, war es nicht durchaus stringend, wenn Haller gegen jene von Boerhaave und Andern aufgestellte Erklärung einwandte: wodurch dann dabei die zur Exspiration dienenden Muskeln in Bewegung gesetzt würden? — zumal da auch das die Brusthöhle so beträchtlich verengernde Hinaufsteigen des Zwerchmuskels ohne Nervenimpuls und gerade durch das Nachlassen desselben erfolgt. — Dennoch wurde es Haller'n leicht, aus andern Gründen die Irrigkeit jener Erklärung darzuthun*); die überdies sich auf eine ganz falsche Annahme stützte, indem das Gehirn während des Einathmens keinesweges in einem Zustande der Schwächung, sondern der vermehrten Reizung sich befindet; (was aus unten näher anzugebenden Gründen erhellet.) —

Haller selbst machte zwar ebenfalls das Athemholen vom Gehirne abhängig, aber nicht von einem bewußtlosen und automatischen Wirken desselben; indem er vielmehr mit den Stahlianern das Einathmen sowohl als das Ausathmen vom Willen herleitete, und

*) Elem. physiol. Tom. III. pag. 262.

und zu dem Ende auch in solchen Zuständen, wo übrigens gar keine Spur eines solchen wahrzunehmen ist, ein dunkles Bewusstsein voraussetzte. So sehr nun auch der Scharfsinn zu bewundern ist, womit er selbst die stärksten Gegengründe zu entkräften suchte *): so sind wir dennoch in jetziger Zeit mit der Untersuchung dieser Materie weit genug vorgerückt, um uns durch seine Ansicht nicht mehr irre machen zu lassen; und vielmehr darauf auszugehen, einem außer der Willkür statt findenden Einflusse der Gehirnthätigkeit auf das Athemholen weiter nachzuspüren.

Der oben (bei B.) mehrmals angeführte Aufsatz von Roose enthält, außer jener gründlichen Widerlegung der Willkürlichkeit des gewöhnlichen Athemholens, auch den ersten (und bis jetzt zugleich den letzten) Versuch neuester Zeit über jenen Einfluß der Gehirnthätigkeit mehr auf's Reine zu kommen. Und namentlich ist es eine mit dem Athemholen zusammenhängende Bewegung des Gehirns, wovon Roose auf der andern Seite wieder das abwechselnde Influiren des Gehirns auf die Organe der Respirationsbewegung herzuleiten sucht. — Bevor wir aber seine Ansicht selbst näher betrachten, ist es nöthig, darüber einiges voranzuschicken; in wie weit jene Bewegung des Gehirns statt finde oder nicht. — —

Roose nimmt nämlich mit Berufung auf eine wichtige neuere Beobachtung an, daß die dem Athemholen entsprechende Bewegung des Gehirns von der durch

*) ibid. pag. 264. 265.

durch das Klopfen seiner Schlagadern verursachten verschieden, und auch wirklich in vorkommenden Fällen zu unterscheiden sei *). — Kaum sollte man glauben, daß noch Jemand gewagt haben würde, diesen Erfahrungssatz zu bestreiten, zumal da ihn schon Haller in allen möglichen Beziehungen so klar gemacht hatte, daß gar kein Zweifel mehr übrig zu bleiben schien. Dessen ungeachtet behauptete Richerand (dieser zwar mit esprit begabte, aber übrigens eben so vorwitzige als oberflächliche, Gegner deutscher Literatur und Gelehrsamkeit): das Athemholen habe auf die Bewegung des Gehirns gar keinen Einfluß, (den ausgenommen, daß eine Anschwellung des Gehirns vermittelst der Venen als Folge des erschwerten Athemholens statt finden könne); und ein abwechselndes Steigen und Sinken des Gehirns rühre bloß von der Diastole (dem Steigen) und der Systole (dem Sinken) der an seiner Grundfläche liegenden Arterien her **). — Haller aber setzt bei der Betrachtung des Blutumlaufes den ganzen Zusammenhang der mit dem Athemholen verknüpften Bewegung des Hirns sehr einleuchtend auseinander ***); indem er zugleich Fälle nennt, wobei sie nicht wahrnehmbar sei; zugiebt, daß sie bei heftigerm Athem am deutlichsten werde, und namentlich das Steigen des Hirns bei heftis

*) l. c. pag. 128.

**) Memoires de la soc. med. d'émulation, T. III. pag. 197. (auch: Journ. d. ausl. rc. Literatur. Jun. 1802.)

***) Elem. physiol. Tom. II. pag. 332. sqq.

heftigen Einathmen *); und erinnert, daß ein eigentliches Niedersteigen (subsidentia) des Hirns wegen des festen Anhängens der harten Hirnhaut am Schädel ohne Lösung desselben und in der Regel nicht statt finden könne **). Er nimmt diese Untersuchung in der Folge nochmals wieder auf und löset alle etwa noch übrig gebliebenen Zweifel ***); unterzieht auch besonders den vorher nur kurzberührten Punkt der von den Arterien herrührenden Bewegung des Hirns mit Widerlegung Derer, welche damals diese für die einzige hielten einer genauern Betrachtung ****). Und zwar alles dies nach wirklicher Beobachtung und gestützt auf eine Menge angeführter Thatsachen; nicht nach bloßer Muthmaßung oder Klügelei. — Es giebt also wirklich eine vom Athemholen abhängige, und von der Erschütterung durch das Klopfen der Schlagadern verschiedene, Bewegung des Hirns. Aber außer den von Haller angeführten Fällen, wo Schwäche und Blutmangel die Wahrnehmung dieser Bewegung selbst bei übrigens hierzu gegebenen Bedingungen hindert, kann selbst nach neuern Beobachtungen auch eine allzustarke Anhäufung des Blutes im Gehirne (die aber freilich das Leben gefährdet) sie unbemerkbar machen *****). — Unparteiische Schriftstel-

ler

*) ibid. pag. 334. 335.

**) pag. 336.

***) Tom. IV. pag. 171. sqq.

****) ibid. pag. 176.

*****) Roose l. c. pag. 132. Anmerkung.

ler sind übrigens in Hinsicht auf die Hirnbewegung, trotz Richerand's Widerspruche, jetzt mit Haller einverstanden *); der ohnehin sich so bestimmt und so sehr das Wesentliche in's Auge fassend hierüber äußert, als man nur fordern kann. „Das Phänomen selbst, sagt er **), kann zwar in einem lebenden Thiere mit unverletzter Hirnschale nicht bis dahin gehen, daß das Gehirn wirklich in Bewegung gesetzt werde; jedoch ist nicht zu zweifeln, daß das venöse Blut in den Venen des Kopfs, und des Gehirns sich mehr ansammeln könne (beim Ausathmen nämlich); das venöse System (des Gehirns) also ausgedehnt und so alle das, was zwischen den anschwellenden Venen liegt, zusammengedrückt werden könne." — Und ist nicht eben diese innerliche, auch beim ruhigem Athemholen immer statt findende Bewegung des Hirns hier das Wesentliche, das äußerlich wahrnehmbare Steigen und Sinken desselben hingegen das Zufällige? — —

Wir nehmen nach dieser nothwendigen Digression den Faden wieder auf; um Roose's Ansicht von dem innern Grunde des Wechsels der Respirationsbewegung näher zu beleuchten. — Aus der eben

bes

*) Auch de la Mure zog aus seinen neueren genauen Versuchen an Thieren den Schluß, daß die Hauptursache der Auftreibung des Hirns von der Ausdehnung der in seine Substanz eindringenden kleinen Venen abhänge, in die das Blut aus den Blutleitern zurückgetrieben werde.

**) l. c. pag. 172.

berührten Anschwellung der Hirnvenen und der dadurch geschehenden Compression der Hirnsubstanz beim Ausathmen könnte man bei bloß mechanischer Betrachtungsweise leicht eine Schwächung, und gewissermaßen Lähmung der Hirnthätigkeit herleiten. Rose aber betrachtet die Sache, mehr dynamisch, unter einem gerade entgegengesetzten Gesichtspunkte. „Bei jedem Ausathmen, sagt er *), schwillt das Gehirn, im welchem das Blut sich häuft, an, und geräth in einen Zustand vermehrter Reizung. Diese Anfüllung erregt nur dann, wenn sie fortdauert und an Ueberreizung gränzt, das Gefühl von Beängstigung, wenn sie aber gesundheitgemäß ist, gar keine Empfindung in der Seele. Das gereizte Gehirn wirkt zurück, und durch diese Rückwirkung entsteht das Einathmen, nicht als Folge der Empfindung und Willkür, sondern unmittelbar als Folge der Veränderung, Reizung und Thätigkeit des Gehirns. Beim Einathmen entschwillt das Gehirn, der Zustand von Reizung desselben hört auf, und mit demselben auch seine Wirkung in den Respirationsmuskeln. Diese erschlaffen, und so erfolgt das Ausathmen." —

Diese Ansicht ist so zu sagen die Kehrseite jener frühern durch Haller widerlegten (s. oben). Letztere ließ vermöge einer durch das Einathmen entstehenden Blutleere und Kraftabspannung im Gehirne

das

*) l. c. pag. 129. — Man erlaube mir, die Stelle ganz herzusetzen, da sie ein Muster von präciser Kürze und von Deutlichkeit ist!

das Ausathmen erfolgen; die Roose'sche hingegen leitet von einer Blutanhäufung im Gehirne und einer damit verknüpften Reizung desselben das Einathmen her. Beides aber läuft dem Resultate nach ziemlich auf eins hinaus; denn jene Ansicht setzt stillschweigend voraus daß die Wiederanfüllung des Gehirns mit Blut beim Ausathmen die Kraft und den Impuls zum neuen Einathmen gebe; und diese betrachtet die Blutabnahme im Gehirn beim Einathmen als Grund der verminderter Reizung in demselben und des hierdurch bedingten Ausathmens. Eigentlich werden also beide Ansichten zusammen erst Eine vollständige geben. Die von Roose aber hat (dem Anschein nach) den Vortheil, daß sie den in Frage stehenden Vorgang von seiner positiven Seite betrachtet; dahingegen die frühern seine negative auffaßte; und eben darum auf die falsche Annahme eines wirklichen Leerwerdens des Aortensystems und der Blutgefäße des Hirns beim Einathmen gerieth: was Roose vermeidet, indem er nur von einer verminderten Blutfülle redet, und von einer damit gegebenen relativen Reizentziehung. — Aber auch seine Ansicht trifft der Vorwurf, daß sie das Ausathmen bloß einer Abspannung der beim Einathmen wirkenden Kräfte und einem mechanischen Zusammensinken des Thorax beimessen muß, daß sie also die Exspiration gar nicht als eigentlich organische Thätigkeit, sondern vielmehr als Thätigkeitsmangel betrachtet: ein Vorwurf, der bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft, nach An-

erken-

erkennung der Selbstthätigkeit der Lunge und des Einflusses des zehnten Nervenpaares auf dieselbe (vergl. 1. und 2) noch viel bedeutender und durchgreifender erscheinen muß, als er auf dem Standpunkte sein würde, welchen die Physiologie zu Haller's Zeit darbot. — Auch läßt sich nicht leugnen, daß es, wie Emmert bemerkt *), Schwierigkeit haben möchte, mit Roose's Erklärung die Fortdauer des Athemholens in manchen Krankheiten (nämlich in solchen, wo das Gehirn anhaltend entweder sehr blutleer oder sehr angefüllt mit Blute ist) zusammenzureimen. — Hingegen scheint der andere von Emmert gemachte Einwurf, daß nämlich nach jener Ansicht der Anfang dieser Erscheinung (das erste Athemholen) nicht zu erklären sei, weniger triftig. Freilich kann das Athemholen noch ehe es statt findet nicht die Veranlassung zu seinem eigenen Beginnen geben, und nicht eine durch das Athemholen bewirkte Anhäufung des Bluts im Gehirne der Grund des ersten Einathmens sein. Aber eine solche Anhäufung könnte hier dennoch auf anderm Wege entstehen; denn wenn wir sie auch nicht aus dem Mechanischen des Geburtsvorganges herleiten wollen; so wirkt doch unleugbar auf das Sensorium des aus dem Mutterleibe gelangenden Kindes ungewohnter und kräftiger Reiz genug, um nach dem alten richtigen Satze: wo Reizung, da vermehrter Säftezufluß, hier einen vermehrten Zufluß des Blutes zum Gehirne anzunehmen und davon wieder

den

*) l. c. pag. 416.

den Impuls zum ersten Einathmen herzuleiten; — falls man nicht mit Reißeisen *) und Andern sich auf die Reizung der Schleimhaut der Luftwege durch die (ungewohnte) Einwirkung der Atmosphäre berufen wollte; die zur Erklärung des ersten Athemholens allerdings geeigneter ist, als zu der seines fortwährenden regelmäßigen Wechsels. Anderer Erklärungsgründe der ersten Inspiration hier noch nicht zu gedenken! —

Uebrigens ist Emmert der Meinung: Etwas möge zu der Wirkung des Gehirns auf das Athmen die mit diesem gleichzeitige Anfüllung und Entleerung vom Blut beitragen. — So wenig wir nun im Allgemeinen dies leugnen wollen; so dürfen wir, was die von Roose aufgestellte Ansicht insbesondere betrifft, dennoch die obigen Gründe für überflüssig hinreichend halten, sie eben sowohl als die frühere von Boerhaave gegebene, wenigstens in dieser Form nicht anzuerkennen.

Nachher aber ist zur Auflösung dieses wichtigen Problems kein fernerer Schritt geschehen. — Brandis sucht die innere von der Willkür unabhängige Anlage zum Respirationswechsel auf das Verhältniß der Nerven als solcher (vergl. oben 2.) zurückzuführen, und läßt dabei, wie schon gerügt worden, den die Irritabilität der Lungen beherrschenden Einfluß des zehnten Nervenpaars aus dem Spiele. Er ist der Meinung, daß wenn die Nerven des Zwerchmuskels

*) l. c.

kels keine andere Verbindung hätten, als mit dem Rückenmarke, dann das Athmen durch jenen Muskel auch bloß willkürlich sein würde; worin zwar etwas Wahres liegen mag, dem Ausdrucke nach aber dem Centralorgane des Nervensystems aller unwillkürliche Einfluß auf die Respirationsbewegung abgesprochen wird. Daß Brandis einen solchen Einfluß, wenigstens als das Athemholen bedingend, nicht statuirt, ist *) deutlich in den Worten ausgedrückt: „Bei der ruhigen vollkommenen zweckmäßigen Respiration scheint durch die Polarität des Stimmnerven, welche dieser durch die Schleimhaut der Luftröhrenäste erhält, die Polarität des Zwerchmuskelnerven vorzüglich bestimmt zu werden: beide Organe, die Luftröhrenäste und das Zwerchfell, wirken daher in gleichem Typus." — Daß dies irrig sei, ist oben (2.) bereits auseinander gesetzt worden.

Reißeisen leitet ebenfalls die ohne Wissen und Willen geschehende Contraction der Inspirationsmuskeln von ihrem Consensus mit der innern sensiblen Fläche der Bronchien her. — Autenrieth berief sich **) in dieser Hinsicht vorzüglich auf das Verhältniß der Respirationsorgane zum Herzen und dessen Bewegung. — Walther sagt ***): „Das Diaphragma ist ein zum Eingeweide depotenzirter Muskel

*) l. c. pag. 334.

**) Handb. d. Physiol. Th. 1. pag. 284. sqq.

***) Physiol. Bd. 2. pag. 128.; wobei wieder Troxler (vergl. 1.) der Vorgänger ist.

Muskel: und durch seine Bewegungen ist von jenen des Herzens zu denen des Gehirnes hinauf Eine Continuität in der Reihe dieser Bewegungen, deren Perioden und rhythmische Verhältnisse sich entsprechen, ohne daß in irgend einer derselben die causalen Bedingungen der andern ausgedrückt wären." — Döllinger ließ, wie schon oben bemerkt ist, das Wirken bei der Respirationsbewegung von der Lunge, als dem ruhenden Theile ausgehen, und die Bewegung in der muskulösen Wand als dem bestimmten Theile, sich äußern. „Uebrigens ist, setzt er *) hinzu, das Athemholen das auffallendste Beispiel einer Bewegung, die ohne alle Reizung geschieht." Verstehen wir hierunter Reizung in den Respirationsorganen selbst, so steht mit dieser Behauptung die Meinung von Reißeisen und Brandis im graden Widerspruche; ist aber alle Reizung überhaupt, auch die in entfernteren Organen gemeint, so müssen wir dagegen sehr protestiren, und die Möglichkeit des Einflusses einer solchen auf das Athmen wenigstens für die fernere Untersuchung offen lassen. — Was meine eigenen früheren Aeußerungen betrifft **); so konnte ich den Zusammenhang der Respirationsbewegung mit der Hirnaction, den zufälligen und vorübergehenden Einfluß derselben abgerechnet damals ebenfalls nicht einsehen, sondern legte mit Autenrieth ein größeres Gewicht auf das Verhältniß der

Respi-

*) Naturlehr. d. menschl. Organism. pag. 220.

**) Lehrb. d. Physiol. pag. 182, 184.

Respirationsorgane zum Herzen; da es doch, bei aller Erheblichkeit und Wirksamkeit, (wie sich unten noch näher zeigen wird) für die Respirationsbewegung viel weniger wesentlich ist, als das Verhältniß jener Organe zum Gehirne.

Emmert ist, seit Roose's Bemerkungen hierüber (so viel ich weiß) der Einzige, welcher die Abhängigkeit des Athemholens vom Gehirne gehörig anerkannt hat, indem er an der vorhin angeführten Stelle seiner scharfsinnigen Abhandlung sich folgendermaßen hierüber äußert: „Was nun endlich den Mechanismus des Athmens betrifft, so hängt dieser bekanntlich *) vom Sensorium commune ab, sofern die Respiration aufhört, wenn man den Zusammenhang der Muskeln, durch die sie bewirkt wird mit demselben, durch Zerschneidung des Rückenmarkes, oder Verletzung des Gehirns, besonders des kleinen aufhebt." — Er fügt hinzu, worin diese Wirkung des Gehirns bestehe, sei unbekannt; wirft aber, nach Anführung jener Gründe, warum man auf Roose's Erklärung nicht viel geben könne, selber einen hellen Blick in den wahren Zusammenhang der Sache, indem er sagt: „die Erscheinung des regelmäßigen Wechsels von

*) Jenes: bekanntlich, ist für Emmert ein sehr begreiflicher Ausdruck; möchte aber für viele Andere sehr anstößig sein, die von einem solchen Mechanismus des Athemholens, wie ihn Emmert hier im Sinne hat, noch gar nicht einmal eine Ahnung fassen konnten.

von Einathmen und Ausathmen scheine in einer Periodicität ihren Grund zu haben, die vom Gehirn aus bedingt werde." — Jedoch läßt sich Emmert auf weitere Erläuterungen dieser Idee gar nicht ein (was freilich dort auch sein Zweck nicht war); und scheint überdies sehr darin zu schwanken, indem er sogleich hinzusetzt: den Impuls zu ihrer unwillkürlichen Thätigkeit schienen indessen die Respirationsmuskeln auch von den Lungen aus zu erhalten; ob unmittelbar von den Lungennerven, oder mittelbar, von diesen Nerven aus durch das Gehirn, wage er nicht zu entscheiden.

Ich will nun meinen früher begangenen Irrthum dadurch zu verbessern suchen, daß ich jetzt so genau als es mir möglich ist den Zusammenhang zwischen der Thätigkeit der Respirationsorgane und der des Gehirns, entwickele. Auf eine reale Erkenntniß des innersten Wesens der hier zum Grunde liegenden organischen Vorgänge leiste ich im voraus Verzicht; da eine solche überhaupt im ganzen Gebiete der Physiologie nirgends zu finden ist. Aber ich hege die Hoffnung, die Verhältnisse und den formalen Zusammenhang jener Vorgänge einigermaßen in's Licht setzen, und diese Lehre hierdurch der Stufe der Deutlichkeit wenigstens, zu welcher manche andere physiologische Lehren gekommen sind, etwas näher bringen zu können.

F. Anas

F. Anatomisch-physiologische Erörterung des aus dem Zusammenwirken des Nervensystems und der Athmungswerkzeuge hervorgehenden organischen Mechanismus des Athemholens.

Da im Obigen alles hierzu vorbereitet ist, so werde ich meine Ansicht, um einen schnellern und deutlichern Ueberblick zu geben, in einigen kurzen Sätzen jetzt summarisch aufstellen; alsdann aber die hierzu gehörigen ausführlicheren Erläuterungen und Beweise, mit denselben Nummern bezeichnet folgen lassen.

1. Der Zwerchmuskelnerve (n. phrenicus), welcher das Diaphragma zur Zusammenziehung bestimmt, ist ein Rückenmarksnerve (n. medullae spinalis).
2. Der herumschweifende Nerve (n. vagus), welcher die Lungen zur Contraction bringt, ist ein Hirnnerve (nervus encephali).
3. Die unwillkürliche sowohl, als die willkürliche, Action des Zwerchmuskelnerven steht also unter der Herrschaft des Rückenmarkes und geht von diesem aus.

4. Der unwillkürliche und bewuſtloſe Einfluß des herumſchweifenden Nerven geht hingegen von dem, dieſen Nerven beherrſchenden, Hirne aus.

5. Somit iſt von der unwillkürlichen Einwirkung des Rückenmarks auf den Zwerchmuskelnerven die Zuſammenziehung des Zwerchmuskels und folglich das Einathmen; von der Einwirkung des Hirns auf den herumſchweifenden Nerven hingegen die Zuſammenziehung der Lungen, und folglich das Ausathmen abhängig.

6. Der Antagonismus in der Bewegung der Lungen und des Zwerchmuskels, welcher zunächſt zwar mit dem zwiſchen den Nerven dieſer Organe zuſammen hängt, gründet ſich alſo zuletzt doch auf einen Antagonismus zwiſchen der unwillkürlichen und bewuſtloſen Thätigkeit des Hirns und der des Rückenmarkes.

7. Die ſtärkere Anhäufung des venöſen Blutes im Hirne während des Ausathmens iſt eine Miturſache des Nachlaſſens der Hirneinwirkung auf die Lungen, und begünſtigt folglich das Einathmen.

8. Das

8. Das vermehrte Einströmen von arteriösem Blute in's Hirn während des Einathmens ist hingegen ein, das eigentliche Rückenmark nicht so treffender, Reiz für die Hirnaction, welcher die Einwirkung derselben auf die Lungen, also das Ausathmen anfordert.

9. Beim Nachlassen der Einwirkung des Zwerchmuskelnerven auf den Zwerchmuskel erfolgt die Expansion dieses Muskels, und deren Beitrag zum Ausathmen, vermöge seiner eigenen innern Anlage von selbst.

10. Ebenso erfolgt beim Nachlassen der Action des herumschweifenden Nerven auf die Lungen von selbst die in der Expansion dieses irritabeln Theils bestehende Mitwirkung desselben zum Einathmen.

11. Zu dieser Expansion haben die Lungen ein in ihrer irritabeln Selbstwirksamkeit begründetes Bestreben; das sich daher unter übrigens günstigen Verhältnissen äußert, sobald sie zu ihrer Function die gehörige Entwickelung erlangt haben. Hierauf beruht dem Wesentlichen nach das erste Athemholen (respiratio prima); wozu indeß manches Andere hülfreich ist.

12. Sobald vermöge jener Selbstthätigkeit der Lungen das erste Einathmen (inspiratio prima) geschehen ist; erfolgt vermittelst einer Rückwirkung des Hirns das erste Ausathmen (exspiratio prima).

13. Die Reaction des Hirns aber regt die des Rückenmarkes, und damit die Zusammenziehung des Zwerchmuskels an, und so erfolgt das zweite, und jedes regelmäßig nachfolgende Einathmen; wozu die Selbstausdehnung der Lungen allein nicht hinreichen würde.

14. Die jedesmalige auf das Athmen sich beziehende Reaction des Rückenmarkes befördert aber auch wieder die des Hirns und die hierdurch bedingte Zusammenziehung der Lungen; ohne welche das zweite und jedes nachfolgende Ausathmen nur unvollständig und unordentlich geschehen würde.

15. Ein Cirkel von antagonistischer Wechselwirkung zwischen den höheren Centraltheilen des Nervensystems und den eigentlichen Respirationsorganen, vermittelt durch Nerven, welche diese mit jenen verknüpfen, ist also Das, woraus der gewöhnliche und regelmäßige Wechsel der Respirationsbewegung hervorgeht.

Obgleich

Obgleich das Ganze dieser Sätze sich auch so, wie sie da stehen, wol begreifen ließe, so scheinen doch besonders einige darunter einer genaueren und weitläufigen Auseinandersetzung zu bedürfen. Bei andern hingegen können wir uns kürzer fassen, weil entweder ihre hauptsächlichste Erläuterung schon im Obigen enthalten, oder ihr Inhalt an sich selbst so klar ist, daß wenig Schwierigkeiten dagegen gemacht werden können. Von dieser Art scheinen gleich die beiden ersten Sätze zu sein, denn sie beruhen auf unverwerflichen Zeugnissen der Anatomie. Dennoch müssen sie näher beleuchtet, und in Hinsicht auf ihren Sinn gehörig erklärt werden, wozu wir jetzt zunächst übergehen.

1.

Bei der mannichfaltigen Zusammensetzung und vielfachen Verknüpfung des Zwerchmuskelnerven könnten Zweifel darüber entstehen, ob derselbe auch wirklich ein Rückenmarksnerve sei? — Zwar leiten ihn schon ältere Anatomen von dem Rückenmarke her, z. B. Vesal, der ihn von drei vereinigten Zweigen des vierten, fünften und sechsten Halsnerven abstammen läßt.*), und Adrian Spigel, der die dritte Wurzel als aus Zweigen des fünften und sechsten Halsnerven zusammengesetzt angiebt **). Haller hin-

*) Oper. omnia (Lugd. Batav. 1725.) pag. 380.

**) De hum. corp. fabrica libri X, edit. Bucretii, pag. 212.

hingegen betrachtet seinen Ursprung als mehr mannichfaltig *), und giebt für den obersten den aus Zweigen des herumschweifenden und des Zungenfleischnerven an, womit sich andere der obersten Halsnerven verbänden. — Sömmerring sagt: „der Zwerchmuskelnerve ist bisweilen ein zu oberst aus Fäden des Stimmnerven, des Zungenfleischnerven, des zweiten und dritten Halsnerven vereinigtes Bündel **)" Jedoch erklärt er die, zuweilen doppelte, Wurzel vom vierten Halsnerven, für die beständigste und stärkste, was auch schon Haller anerkannte; — und nennt den von ihr ausgehenden Theil des Nerven dessen Stamm. — „Der Zwerchfellsnerve (n. phrenicus) entspringt beständig vom vierten Halsnerven," sagt Hildebrandt ***), indem er sich hierüber am bestimmtesten und richtigsten ausdrückt. — Man hat zwar solche Ausdrücke, wie entspringen, entstehen, in der Anatomie tadeln wollen, weil sie ja doch nur bildlich wären, und leicht Mißverständnisse veranlaßten; man bedachte aber dabei nicht, daß solche Ausdrücke keine bloß bildliche anatomische, sondern zugleich eine etwas Wesentliches andeutende physiologische Bedeutung haben. Warum streitet z. B. Sömmerring selbst so eifrig gegen das sonst angenommene Entspringen des sympathischen Nerven aus dem Hirne und Rückenmarke? doch wol deswegen, weil

*) Elem. physiol. T. III. pag. 88. 89.

**) Nervenlehre §. 226.

***) Lehrb. d. Anatomie §. 3175.

weil hierin ein Unterschied statt findet zwischen ihm, der als mehr selbstständig zu jenen Theilen nur Verbindungszweige schickt, und andere Nerven, die jenen Theilen ganz untergeordnet sind und daraus hergeleitet werden können gleichsam wie Radien aus ihrem Centrum. — In dieser Hinsicht also ist es richtig ausgedrückt, wenn der Ursprung des Zwerchmuskelnerven aus dem vierten Rückenmarksnerven hergeleitet wird; denn der aus diesem hinabsteigende Ast ist zu beträchtlich und zu überwiegend, als daß man ihn für einen bloßen Verknüpfungszweig des, etwa anderswoher zusammengesetzten Zwerchmuskelnerven halten könnte. Er wird daher auch von Sömmerring sehr passend gleich beim vierten Halsnerven abgehandelt.

Die von den übrigen (besonders den nächstunteren) Halsnerven hinzukommenden Aestchen sind als Verstärkungszweige anzusehen, die zwar zum Theil aber nicht leicht alle in gewissen Fällen fehlen können. Was seine Verknüpfungen mit dem sympathischen Nerven (dem großen Ganglienstrange) und dem herumschweifenden Nerven betrifft; so muß man die unter dem Zwerchmuskel geschehende von der weiter oben schon statt findenden unterscheiden; zumal da beide wohl verschiedene physiologische Folgen und Beziehungen haben möchten. Die obere Verknüpfung möchte nun schwerlich jemals ganz fehlen, ist aber doch in Hinsicht auf ihre Stärke und ihre Art und Weise in verschiedenen Individuen sehr abweichend;

so

so daß man wol auf den Zusammenhang des Zwerchmuskelnerven mit dem herumschweifenden eben so wenig als mit dem sympathischen Nerven das Wesentlichste in der Function des erstgenannten bauen kann, womit indeß die Wichtigkeit eines solchen Zusammenhanges für consensuelle Wirkungen nicht geleugnet werden soll. Die Verbindung mit dem elften Hirnnervenpaare (Zungenfleischnerven) ist wol eben nicht unbeständiger (besonders wenn man erwägt, daß auch sie theils weiter oben, theils mehr unten statt finden kann); und doch würde schwerlich Jemand geneigt sein, aus dieser Verbindung die gewöhnliche und nothwendige Wirkungsweise des Zwerchmuskelnerven herleiten zu wollen.

Daß übrigens von den nn. phrenicis die unwillkürliche Bewegung des Zwerchmuskels abhänge ist hinlänglich im Klaren, um sich wundern zu können, wenn noch ein Schriftsteller dagegen verstieße und etwa den andern zum Zwerchmuskel gehenden Nerven hierin zu viel Gewicht beilegte. — Im obigen ist dieser Punkt, so viel hier nöthig war schon erörtert worden (s. E. 2.).

2.

Daß das zehnte Nervenpaar ein Hirnnervenpaar sei, ist so klar und so vielfältig anerkannt, daß es beinahe unnöthig scheinen könnte, darüber ein Wort zu verlieren; und doch fand Sömmerring es nöthig, den Unterschied zwischen der organischen Bildung

dung dieser und der sogenannten sympathischen Nerven einzuschärfen *). Nachher ist aber durch die bekannte Gall'sche Behauptung, alle sogenannten Hirnnerven seien eigentlich Rückenmarksnerven, eine neue Bedenklichkeit hierin eingetreten. — Möchte es aber immerhin erwiesener sein, als es bis jetzt ist, daß die Centralenden aller Nerven bis ins Rückenmark (zumal wenn man etwa das verlängerte Mark mit dazu rechnete) sich verfolgen lassen: so muß man doch einen großen Unterschied machen zwischen solchen Nerven, die von dem in der Wirbelsäule liegenden, und solchen, die von dem in der Hirnschale liegenden Theile des Centralorgans abgehen; und man muß dennoch letztere, um diesen Unterschied gehörig zu bezeichnen, Hirnnerven nennen. — Allerdings verbinden sich dann die Hirnnerven auch mit Theilen des Markes in der Hirnschale; und es ist ja nicht einmal richtig, daß z. B. der Sehnerve mit den Sehehügeln (thalam. optic.), wie Gall behauptete, in gar keiner unmittelbaren organischen Verknüpfung stände. — Unter den Hirnnerven sind aber wieder diejenigen, welche, wie der Riechnerve der Sehnerve, mit zur Basis des großen Hirns gehörigen Theilen organisch zusammenhängen, und welche man im noch engeren Sinne Hirnnerven nennen könnte, von denen zu unterscheiden, die sogleich schon vom verlängerten Marke abgehen,

*) l. c. pag. 242.

hen *), und hauptsächlich die Gemeinschaft des Gehirns mit gewissen Functionen des von Bichat so genannten organischen Lebens vermitteln. —

Zu diesen gehört nun auch der herumschweifende Nerve: er ist in so fern ein Hirnnerve, als er von Dem, was noch in der Hirnschale liegt, vom encephalum abgeht; und er ist hierin dem vermittelst der Halsnerven vom Rückenmarke abgehenden Zwerchsmuskelnerven entgegengesetzt (vergl. 1.). — Die Lungen haben allerdings also „das vor allen übrigen Eingeweiden (der Brust und des Unterleibes) Ausgezeichnete, daß ihre Nerven bloß dem Hirn angehören **).“ — Bei Thieren mag zwar die Verknüpfung des sympathischen Nerven mit dem herumschweifenden am Halse beträchtlicher sein, als beim Menschen: aber auch in Beziehung auf die Brusteingeweide ist das

*) Sieht man als Gränze des eigentlichen Rückenmarkes das große Hinterhauptsloch an, was auch Gall billigt, so könnte man den über dieser Stelle liegenden Theil, die eigentlich sogenannte medulla oblongata, vielleicht der Kürze wegen im Deutschen den Marknopf oder die Markzwiebel heißen, und hiernach auch die geradezu davon abgehenden Nerven benennen.

**) M. vergl. oben C. 2. und in der mehrerwähnten Preisschrift pag. 126. — Wenn aber hier hinzugesetzt wird: „und nicht zugleich auch dem Rückenmarke;“ so wird dabei, nicht ganz richtig, im Sinne behalten, der große sympathische Nerve stamme vom Rückenmarke ab, und vermittelst jenes Nerven auch die zu den Eingeweiden gehenden.

das Verhältniß bei ihnen keinesweges ein entgegengesetztes, sondern vielmehr dasselbe wie beim Menschen, nur noch viel stärker ausgedrückt, indem die herumschweifenden Nerven außer den Nerven der Lungen auch das Meiste für die des Herzens hergeben, wozu sie beim Menschen zwar auch, aber nach Verhältniß weniger beitragen.

Außer der schon erwähnten Verbindung dieses Nervenpaars mit den Zwerchmuskelnerven ist uns hier besonders die theils weiter unten in der Gegend seiner Endigung, theils schon oben geschehende mit dem sympathischen Nerven merkwürdig; noch mehr als diese aber die Verbindung mit den Beinerven (n. accessorius Willisii). — Der Beinerve geht nämlich vom Rückenmarke niemals höher hervor, als da wo die Stelle des Ursprungs des vierten Halsnerven ist, und falls er schon tiefer unten entspringt, so zieht er doch von jener Stelle her Verstärkung an sich. Nachher steigt er in die Hirnschale hinauf, aus welcher er mit dem herumschweifenden Nerven wieder hervortritt; und dann verliert sich sein äußerer Ast gleich andern Rückenmarksnerven in muskulösen Theilen, sein innerer Ast hingegen verbindet sich oben am Halse so genau mit dem herumschweifenden Nerven, daß er zu allen weiter unten aus diesen hervorgehenden Verzweigungen mit beiträgt. — Hildebrandt sagt, warum dieser Nerve einen so sonderbaren Gang habe, sei nicht bekannt. Sömmerring macht aufmerksam darauf, daß auf diese Weise die muskulösen Theile der obern

Gegend

Gegend des Halses Nerven erhalten, die aus Hirnnerven und Rückenmarksnerven zusammengesetzt sind: ein Umstand der allerdings nicht ohne organischen Zweck sein möchte. Aus dem Obigen scheint indeß ein noch viel triftigerer Grund jenes Verlaufes des Beinerven von selbst einzuleuchten, da durch diesen Nerven offenbar das Rückenmark und insbesondere die Gegend desselben, aus welcher vermittelst der Halsnerven der Zwerchmuskelnerve hervorgeht, in eine sehr genaue Verbindung mit dem herumschweifenden Nerven, als Lungennerven *), gesetzt ist. — Arnemann führt unter den Theilen, die auf Verletzung des Beinerven auffallend leiden, namentlich den Zwerchmuskel an. Freilich könnte die Verknüpfung des äußern Astes jenes Nerven mit den Halsnerven das ihrige hierzu beitragen; da aber eine solche Verletzung auch allgemeine Zuckungen zuwege bringt, so ist es offenbar, daß das Rückenmark selbst dabei mit in's Spiel kommt.

Von den Untersuchungen, welche beweisen, daß der herumschweifende Nerve die Lungenbewegung regiert, ist oben (C. 2.) schon ausführlich die Rede gewesen; so auch davon, daß insbesondere die Contraction und

*) Nach der Regel: a potiori fit denominatio, wäre es doch besser den n. vagum Lungennerve, als Stimmnerve zu nennen, zumal wenn man die neueren Aufklärungen über die Lungenfunction erwägt, und bedenkt, daß die Luftröhrenverzweigung der Hauptbestandtheil der Lungen und der Kehlkopf eigentlich nur ihr oberstes Ende ist.

und nicht die Expansion des bewegsamen Theils von der Einwirkung der Nerven auf denselben hergeleitet werden muß. Doch lassen sich allerdings Affectionen der Nerven denken, wodurch im Gegentheile die Expansion begünstigt würde; wie dies z. B. bei der Gefühlserregung in den Nerven und der dadurch veranlaßten Expansion in den Fasern und Gefäßen der zur Turgeszenz befähigten Organe der Fall ist. — Uebrigens findet sich nun in der von oben hinabgehenden Verzweigung des zehnten Nervenpaars die merkwürdige Stufenfolge, daß dasselbe am Kehlkopfe willkürliche Bewegung regiert, in welche nur zuweilen die Unwillkürlichkeit sich einmischt; daß es in den Lungen eine dem Wesentlichen nach unwillkürliche Bewegung leitet, auf die jedoch allenfalls auch der Wille einigen Einfluß ausüben kann; und daß es im Magen endlich einer Bewegung (dem motus peristalticus desselben) vorstehen hilft, die immer bloß unwillkürlich ist. Zugleich aber scheint diese Endverzweigung des zehnten Nervenpaars auf die organisch-chemische Action des Magens und namentlich auf dessen Secretion sehr einzuwirken, da die Verdauung bei allen über die Verletzung jener Nerven angestellten Versuchen gleich gänzlich gelähmt war; da hingegen die organisch-chemische Action der Lungen bei einer solchen Verletzung noch ihren Fortgang haben kann, und das Athemholen dadurch nicht sogleich gänzlich gestört wird. Denn hier bezieht sich wie weiter oben die Wirksamkeit der Zweige des zehnten

ten Paars nur noch eigends auf die Irritabilität (und durch die Lähmung der Irritabilität der Lungen wird nicht sogleich die ganze Respirationsbewegung aufgehoben). Weiter unten aber verknüpft jene Verzweigung mit dem sympathischen Systeme sich genauer, und mehr wie Gleiches mit Gleichem, (also nicht wie beim Herzen, wo sie sich ganz wie Höheres mit Niederem ohne Reciprocität, da die Lungennerven nur ihr eigen sind, damit verbindet); und dort, in der Oberbauchgegend, bezieht sich die Thätigkeit des zehnten Nervenpaars nicht mehr blos auf die Irritabilität, sondern zugleich unmittelbarer auf das organische Bilden.

3.

An der Abhängigkeit der willkürlichen Action des Zwerchmuskelnerven vom Centraltheile des Nervensystems wird Niemand zweifeln, da überhaupt die Nerven für sich allein nicht fähig sind, Acte des Willens auszuüben, und hierzu die Mitwirkung des sogenannten gemeinschaftlichen Sensoriums erfordert wird. Damit würde aber noch nicht unmittelbar auch die Abhängigkeit der unwillkürlichen Thätigkeit jenes Nerven vom Rückenmarke erhellen, und es liessen sich hier allenfalls Einwürfe denken. Könnte nicht eben darin das Unwillkürliche und das Willkürliche in der Function des Zwerchmuskelnerven seinen reellen Unterschied haben, daß bei ersterem der Nerve für sich allein wirkte, bei letzterem hingegen die

Wirk-

Wirksamkeit des höheren Centraltheils mit hinzutreten müßte? —

Indeß verlieren die Nerven die Wirksamkeit, die ihnen als solchen eigen ist, bekanntlich nicht sogleich mit ihrer Trennung von dem Centraltheile; vielmehr liefert u. a. der Galvanismus für das Gegentheil eine Menge von auffallenden und überzeugenden Belegen. Und doch geräth die Bewegung des Zwerchmuskels sogleich ins Stocken, wenn jener vorzüglichste Nerve desselben durchschnitten oder unterbunden wird. Ein überzeugender Beweis, daß letzterer diejenige Wirksamkeit, wodurch er das Diaphragma zur Contraction bringt, wiewol er sich dabei nicht wie ein bloßer Leiter nur passiv verhalten mag, nicht allein in sich selbst hat, sondern von einem andern Theile der Organisation empfängt. Und von welchem anders, als von dem Rückenmarke? von dem er seinen Ursprung nimmt (vergl. 1.). — Auch ist ja die Thätigkeit des Zwerchmuskelnerven wie die seines Muskels in der Regel und der Hauptsache nach unwillkürlich; und wenn sie willkürlich wird, so ist dies ausserwesentlich und gleichsam als eine Zugabe zu betrachten. Soll sie also überhaupt dem Centraltheile unterworfen sein, so muß sie in ihrer Unwillkürlichkeit davon abhängen. Die Thätigkeit der Gliedmaßenmuskeln hingegen ist in der Regel willkürlich und wird als solche ebenfalls vom Rückenmarke aus angeregt: sie kann aber auch unwillkürlich werden, und dann als solche ebenfalls von demselben Centraltheile

den Impuls bekommen, z. B. bei Zuckungen der Extremitäten von Druck der Wirbelknochen auf das Rückenmark, und dann ist sie erst der analog die der Zwerchmuskel (jedoch der Naturregel gemäß) für gewöhnlich hat. — Wenn aber auch keine solche willkürliche oder unwillkürliche Aufregung in den Gliedmaßenmuskeln statt findet, so befinden sie sich dennoch, wie die Physiologie lehrt, während ihres scheinbaren Ruhezustandes in einer gewissen vom Nervensystem aus unterhaltenen Spannung; die sich deutlich äußert, wenn der Antagonist eines solchen Muskels plötzlich unwirksam gemacht wird, und der Muskel sich dann augenblicklich ohne Zuthun der Willkür zusammenzieht. Durch einen gewissen Grad der Contraction wird also die Expansion dieser Muskeln immerfort beschränkt und gemäßigt. Der Zwerchmuskel hingegen scheint sich (während der Exspiration) frei zu expandiren; obwohl zu seinem wirklichen möglichst vollkommenen Hinaufsteigen der Druck von Seiten der Bauchhöhle her einiges beitragen mag *). Er hat aber auch keinen eigentlichen Antagonisten (vergl. C. 1.), sondern schwankt mit seiner Bewegung in der Mitte zweier großen Höhlen des Körpers; und das höhere Verhältniß, in welchem seine Nerven stehen, möchte wol

von

*) Haller Elem. physiol. T. III. pag. 272. — Doch ist zu erwägen, daß die dort angeführten Fälle von wirklichem Hinuntersinken des erschlafften Zwerchmuskels solche sind, wo derselbe vorher anhaltend zu sehr gedehnt und dadurch gewissermaßen gelähmt war.

von der Art sein, daß abwechselnd (nämlich immer beim Ausathmen) die contractive Einwirkung auf ihn zu einem vollkommneren Nachlassen gelange, als dies bei den der Regel nach willkürlich bewegten Muskeln der Fall ist.

Brandis sieht, wie oben (C. 3.) schon angeführt wurde nicht den Centraltheil des Nervensystems, sondern den herumschweifenden Nerven als Bronchialnerven wie das Bestimmende für die Action des Zwerchmuskels, und zunächst seines Nerven an. Die Gegengründe sind theils ebenda, theils weiter unten (1.) bereits dargelegt worden. — Wol eben so viel als jene möchte vielleicht die Meinung für sich haben (die früherhin auch die meinige war), der Zusammenhang des Zwerchmuskelnerven (und des herumschweifenden) mit dem Gangliensysteme sei Das, worauf der unwillkürliche und regelmäßige Wechsel der Respirationsbewegung beruhe: denn da überhaupt das Ganglliensystem vorzugsweise der Sitz unwillkürlicher Nerventhätigkeit ist, so schien es mit dem Hirne und Rückenmarke in die halbunwillkürliche Action der Nerven der Respirationsorgane sich gleichsam zu theilen. Bei genauerer Erwägung aber kann man allen jenen Nervenverknüpfungen doch nur einen wichtigen Einfluß auf die consensuellen Verhältnisse, aber nicht auf das Wesentliche des regelmäßigen Herganges der Respiration zuschreiben. Was insbesondere die der Zwerchmuskelnerven und herumschweifenden Nerven mit dem sympathischen System betrifft, so ist diese

ja am genauesten beständigsten und am meisten wechselseitig unterhalb dem Zwerchmuskel in der Bauchhöhle; von hier aus aber kann das Athmen leichter gestört und abweichend modificirt, als in seinem gehörigen Gange erhalten werden. Und so würde überhaupt ein überwiegender Einfluß des großen Bauchgeflechtes, als des Haupttheils des sympathischen Systems, auf die Respirationsbewegung dieser eher eine mit der Regel streitende als eine angemessene Bestimmung geben; da das Athmen sich nicht auf das niedere organische sondern auf das höhere eigentlich animalische Leben vorzugsweise bezieht (vergl. oben A. u. B.), und daher von den dies letztere beherrschenden Organen auch seine Gesetze empfangen muß. — Ungeachtet nun die von diesen ausgehenden Nerven der Werkzeuge des Athemholens von dorther, und nicht von ihrer Verknüpfung mit dem sympathischen Systeme aus, eigentlich und andauernd determinirt werden; so könnte doch, was man immerhin zugeben darf, die genaue und vielfache Verknüpfung, worin das Rückenmark mit diesem Systeme steht, das Rückenmark (welches eigentlich vorzugsweise Organ der Willkür ist, und daher auch die Gliedmaßennerven giebt) zu jener unwillkürlichen Einwirkung auf den Zwerchmuskelnerven besser in Stand setzen. Zu dem fortdauernd regelmäßigen Gange solcher andauernden Actionen mag überhaupt eine Verknüpfung und Wechselwirkung sämmtlicher Haupttheile des Nervensystems erfordert werden. Daß aber selbst in dieser Verbin-

dung

dung die eigenthümliche Thätigkeit des Rückenmarkes bei weitem das Hauptagens ausmacht, ist schon darum gewiß, weil auch bei einer Durchschneidung desselben noch am Halse die Bewegung des Zwerchmuskels nicht geradezu in Stillstand kommt, wobei doch die meisten und stärksten Verbindungen dem großen Ganglienstrange alsdann nicht mehr einwirken können.

Ist indeß das Rückenmark nicht vielleicht selbst ein bloßer Leiter für einen höhern Einfluß auf den Zwerchmuskelnerven? da doch dieser zu wirken aufhört sobald weiter oben der Zusammenhang des Rückenmarks mit dem Hirne getrennt wird. — Die Nothwendigkeit der Mitwirkung dieses letztern wollen wir im Ganzen nicht bestreiten; aber diese Nothwendigkeit kann auf einem andern Grunde beruhen und setzt nicht geradezu voraus, daß der Impuls selbst für die Contraction des Zwerchmuskels vom Hirne ausgehe: ein Punkt, zu dessen genauerer Untersuchung wir im Folgenden Gelegenheit finden werden.

4.

Als Zwischenträger einer vom Hirn ausgehenden willkürlichen Action tritt der herumschweifende Nerve vorzüglich bei der Stimmbildung auf; woher ja Sömmerring den deutschen Namen genommen hat welchen er ihm beilegte. Daß derselbe Nerve sowol fähig als bestimmt sei, auch unwillkürlichen Hirneinfluß zu andern Organen zu leiten; dafür geben die Wirkungen der Affecten so deutliche Belege, daß

im

im Allgemeinen hierüber kein Zweifel sein kann; indem z. B. nur durch ihn, vermittelst seiner untersten Verzweigung, jener auffallende Effect, den der Zorn in der Gallensecretion hervorbringt, vermittelt werden kann. Aber nicht allein unwillkürlichen, sondern auch bewuſtlosen Hirneinfluß überträgt er auf andere Organe, z. B. bei starken Hirnerschütterungen (wo der innere Sinn ruhet und Vorstellungen am wenigsten als das Impuls gebende betrachtet werden können) auf den Magen; so daß eine verkehrte Bewegung desselben (Erbrechen) mit der Unordnung in der bewuſtlosen Hirnthätigkeit zugleich erfolgt. —

In allen diesen und in manchen ähnlichen Fällen verhält sich der herumschweifende Nerve wie ein Hirnnerve, was er auch wirklich ist (2.), und wie ein Vermittler zwischen der Hirnthätigkeit nach ihren verschiedenen Stufen und Modificationen und der Thätigkeit anderer Organe, namentlich solcher, die zu den mit Irritabilität begabten Eingeweiden gehören. — Ein solches Eingeweide ist auch die Lunge (C. 1.). Auch in Beziehung auf diese wird also der herumschweifende Nerve demselben ihn beherrschenden Hirneinflusse folgen, dem er überhaupt gehorcht; auch als Lungennerve wird er sich zugleich wie ein Hirnnerve verhalten, und die Lungenbewegung auf ähnliche Weise von bewuſtloser Hirnthätigkeit abhängig machen, wie durch den Zwerchmuskelnerven die Zwerchmuskelbewegung der Action des Rückenmarkes unterworfen ist (vergl. 3.).

In der That sieht man bei genauerer Erwägung der weiter oben (E. 2.) im Zusammenhange angeführten physiologischen Versuche und Beobachtungen, daß daraus nicht bloß die Abhängigkeit des Athemholens (insoweit es durch Lungenbewegung geschieht) vom zehnten Nervenpaare, sondern zugleich schon die vom Hirne selbst hervorgeht; und es treten hier ähnliche Betrachtungen ein, wie die (bei 3.) über den Zwerchmuskelnerven und dessen Wirksamkeit angestellten. —

Hier entsteht aber die Frage: wie es denn zugehe, daß im Allgemeinen aus der Durchschneidung oder Unterbindung des zehnten Nervenpaars eine weniger auffallende Störung des Athemholens entstehe, als aus der der Zwerchmuskelnerven? und zweitens: warum erstere Verletzung oft so langsam, zuweilen gar nicht, den Tod der Thiere nach sich gezogen habe, bei denen sie geschehen war? — Die erste Frage beantwortet sich schon dadurch, daß der Zwerchmuskel für das Mechanische des Athemholens wirklich wichtiger ist, als die Lungen (vergl. C. 1. am Ende). Was jener dazu beiträgt, das thut er, den mithelfenden Druck vom Unterleibe bei seinem Hinaufsteigen abgerechnet, für sich allein; die Lungen hingegen folgen dem Drucke der die Brusthöhle umgebenden Theile bei ihrer Ausdehnung und dem Drucke der einströmenden Luft bei ihrer Volumsverminderung (vergl. C. 1); und diese Veränderungen der Lungen können eben darum auch dann noch einigermaßen fortdauern,

wenn

wenn ihre selbstthätige Expansion und Contraction aufgehört hat. Die Action der Lungen kann wegen der Nachgiebigkeit dieses Eingeweides vermöge der Bewegungen des Thorax, so zu sagen künstlich, und bloß automatisch nachgeahmt werden; aber nicht die des Zwerchmuskels. Bewegt sich dieser nicht mehr, so muß daher das Thier suchen durch eine mehr willkürliche, tumultuarische und angestrengte Thätigkeit anderer am Thorax befestigter Muskeln den Mangel einigermaßen zu ersetzen, was jedoch nur höchst unvollkommen und vorübergehend geschehen kann. — Auch bei der Aufhebung des Zusammenhanges der herumschweifenden Nerven mit ihrem Centraltheile athmet, um die Wirkung dieser Verletzung aufzuheben, das Thier anfangs mit Hülfe seiner Willkür stärker und schneller; nachher aber geht die Respirationsbewegung aus den angeführten Gründen ihren Gang, nur träger und schwächer, mehr ruhig wieder fort, bis am Ende, wo sie gewöhnlich nochmals schneller wird *), doch der Tod (je nach der Constitution des Thiers entweder mehr durch diese Störung der Lungenfunction, oder mehr durch andere zugleich obwaltende) die Folge ist. — Jene zweite obige Frage erledigt sich zum Theil durch das eben Gesagte; außerdem aber kommen hier mehrere besondere Umstände in Erwägung. Dupuytren (vergl. oben C. 2) sah üble Zufälle und auch den Tod früher nach dem Zusammendrücken

*) Vergl. Blainville l. c. pag. 27.

drücken als nach dem Durchschneiden der herumschweifenden Nerven erfolgen; ohne Zweifel darum, weil bei dem stark genug comprimirten Nerven der über der gedrückten Stelle liegende Theil auf den unter ihr liegenden gar nicht mehr wirken kann, dies aber allerdings bei bloßer Durchschneidung noch möglich ist, und zwar gewiß leichter im lebenden Körper selbst, als bei dem bekannten galvanischen Experimente Humboldt's in thierischen Theilen, die vom übrigen Körper getrennt auf einer Glastafel liegen. — Auf die bestimmte Organisation und Constitution der Thiere kommt es (wie oben C. 2 schon bemerkt wurde) in Hinsicht der Schleunigkeit des Erfolges auch sehr an. — Uebrigens ist jene Zwischenleitung zwischen getrennten Nervenenden, die in lebenden Thieren durch Flüssigkeit, vielleicht auch durch naheliegende feste Fasern, hinter, her aber durch Regenerationsmasse vermittelt werden kann, zuweilen im Stande den tödtlichen Folgen vorzubeugen, welche ohne sie das Durchschneiden gewisser Nerven haben müßte; und so mag von den vielen Hunden, denen Arnemann die Stimmnerven durchschnitt, ein und anderer am Leben geblieben sein, ohne daß man nöthig hätte zu zweifeln, ob bei solchen jene Nerven wirklich durchschnitten waren. —

Es liegen also in jenen Erscheinungen keine Gründe gegen, wohl aber Gründe für die Wichtigkeit und Nothwendigkeit des Einflusses des Hirns durch die Lungennerven auf die Lungen; und wir dürfen dreist behaupten: daß wie vom Rückenmarke aus die

Zwerch-

Zwerchmuskelbewegung, so vom Hirn aus die Lungenbewegung regiert wird.

5.

Schon durch die früheren Untersuchungen über den Mechanismus des Athemholens sahen wir uns oben (C. 2 gegen das Ende) zu dem Satze geleitet: daß die Einwirkung der Zwerchmuskelnerven auf den von ihnen beherrschten Theil das gewöhnliche und ruhige Einathmen, die der herumschweifenden Nerven auf die Lungen hingegen das regelmäßige Ausathmen hauptsächlich bewirke. Nehmen wir nun hinzu, was eben (unter 3. u. 4.) näher auseinandergesetzt wurde; daß die Action der Zwerchmuskelnerven vom Rückenmarke und die der herumschweifenden vom Hirne ausgehe; so ergiebt sich von selbst als unmittelbare Folgerung: daß das Einwirken des Rückenmarkes auf den Zwerchmuskel die hauptsächlichste innere Ursache der regelmäßigen Inspiration sei, so wie die der regelmäßigen Exspiration das Einwirken des Hirns auf die Lungen. — Einer weiteren Beweisführung bedarf dies also hier nicht mehr; doch wollen wir in Hinsicht auf gewisse einzelne Punkte es noch erläutern.

Der Zwerchmuskel ist für das Einathmen, insoweit dies auf mechanischer Erweiterung der Brusthöhle beruht, durchaus der Haupttheil (vergl. 4. u. C. 1.); der Impuls also, durch den seine Zusammenziehung erfolgt für das Einathmen das Hauptmoment. Jedoch kommen die Zwischenrippenmuskeln ihm hierbei zu

Hülfe

Hülfe (und zwar bedeutend in gewissen besondern Zuständen des Organismus (vergl. C. 2.). Aber die Nerven dieser Muskeln sind ebenfalls Rückenmarksnerven, und ihre Ursprungsstellen schließen sich an die des Zwerchmuskelnerven zunächst an: in Hinsicht auf ihre unwillkürliche Action sind also die Zwischenrippenmuskeln auf eben die Weise wie der Zwerchmuskel vom Rückenmarke abhängig; und der von diesem ausgehende Impuls bewirkt gleichzeitig auch in ihnen die Contraction, scheint aber vermöge einer natürlichen und organisch-zweckmäßigen Vertheilung sich ihnen in desto größerm Maße zuzuwenden, je geringer verhältnißmäßig die Bewegung des Zwerchmuskels ist (z. B. beim weiblichen Geschlechte überhaupt, und besonders in der Schwangerschaft).

Die Contraction der Lungen ist der Punkt der Respirationsbewegung, dnrch welchen die Centraltheile des Nervensystems zur regelmäßigen und unwillkürlichen Exspiration hauptsächlich beitragen; denn das Uebrige, was der Mechanismus des Athemholens zu diesem Zwecke thut, ist mehr die Folge eines Nachlassens jener höheren Einwirkung. — Aber die Verbindung zwischen dem Hirne und den Lungen macht der herumschweifende Nerve (2.); soll also die Action des Hirns auf das Ausathmen vorzüglichen Einfluß haben; so muß auch an dem Ausathmen die Folge der Verletzung des herumschweifenden Nerven für das Athemholen sich vorzüglich zu erkennen geben. Daß dies wirklich der Fall sei, bestätigen die über die

Wir-

Wirkungen jener Verletzung von verschiedenen Physiologen angestellten und schon oben (C. 2.) erwähnten Versuche. Nach der Durchschneidung des zehnten Nervenpaars wurde das Ausathmen sehr langdauernd; sowohl bei Säugethieren *), als bei Vögeln **); so daß also hierin das Mühsame und Beschwerliche, was an der Respiration nach jener Verletzung wahrgenommen wurde, sich am meisten zeigte. Da die Wirkung sowohl der Intercostalmuskeln, als des Zwerchmuskels noch fortdauerte, und die des letztern nur etwas geschwächt schien ***); so läßt sich, wenn wir das oben (bei 4.) Gesagte hinzunehmen, desto leichter einsehen, warum das Mangelhafte und Schwierige der Respirationsbewegung sich hier nicht so sehr an dem Einathmen, als vielmehr an dem Ausathmen äußern mußte.

Diese Wichtigkeit des zehnten Nervenpaares für das Athemholen erlaubt nicht, daß dasselbe in seiner Beschaffenheit und seinem Verlaufe bei den Thieren der obern Klassen eine Hauptabweichung mache. Alle mit wahren Lungen begabten Geschöpfe bis zu den Amphibien hinunter (denn die Kiemen der Schnecken können bloß darum, weil sie in einer Höhle des Körpers liegen, nicht, wie Cuvier will, schon Lungen heißen) stimmen hierin ziemlich überein. Sobald aber im Thierreiche das vornehmste Respirationsorgan eine

*) S. Emmert l. c. pag. 390. 401. 405.

**) Vergl. Blainville l. c. pag. 24.

***) Emmert pag. 406.

eine wesentlich abweichende Einrichtung bekommt, namentlich also bei den Fischen, verhalten sich auch die herumschweifenden Nerven ganz anders *). Die Kiemennerven sind alsdann so zu sagen nur Nebenzweige von ihnen, zumal da sie nun das zehnte, neunte und elfte Hirnnervenpaar (nach richtiger Zählung) in sich vereinigen; es begeben sich Aeste von ihnen zu ganz anderen Theilen des Körpers, als bei den obern Thierklassen; und der starke längste Ast, den man als fortgesetzten Stamm betrachten darf, begiebt sich sogar zu dem Schwanze der Fische. —

Da die Lungen der Thiere der drei obersten Klassen bei der Respirationsbewegung, und namentlich zum Ausathmen selbstthätig mitwirken müssen, was gerade bei den Amphibien am offenbarsten ist, so ist für sie alle der herumschweifende Nerve, indem er vorzugsweise Lungennerve ist, von gleicher Wichtigkeit; und er ist eben deswegen bei ihnen von so übereinstimmender Beschaffenheit. — Der Zwerchmuskel, der bei den Säugethieren Hauptwerkzeug des Einathmens ist, wird hingegen schon bei den Vögeln, und noch mehr bei den Amphibien, durch einen sehr abweichenden Apparat vertreten; daher dann auch bei diesen beiden Thierklassen die Zwerchmuskelnerven eine andere Stellvertretung haben müssen **). —

Bei

*) Cuvier's Vorlesungen üb. vergl. Anat. Th. 2. Meckel'sche Uebers. pag. 233.

**) Cuvier l. c. pag. 245. 246.

Bei allen vier Klassen der Wirbelthiere ist übrigens der herumschweifende Nerve ein Hirnnerve. Aber bei den Fischen, wo der Nerve selbst so sehr abweicht, hat auch der Theil des Gehirns, aus welchem er hervorgeht, schon eine ganz eigene Beschaffenheit; indem nämlich zu den Seiten des verlängerten Markes, statt gewisser sonst in diesem mit inbegriffener Theile, Knoten liegen aus denen Nerven hervorgehen, und das übrige verlängerte Mark keinen so in sich zusammenhängenden Markknopf (s. oben 2. Anmerk.) wie bei den übrigen Wirbelthieren darstellt *).

Aber welcher Theil des Hirns ist es eigentlich, aus welchem der herumschweifende Nerve wirklich entspringt? und wie verhält sich die Thätigkeit dieses Nerven, und die zum Theil davon abhängende Respirationsbewegung in solchen Fällen, wo das Hirn (encephalum) in einem oder dem andern seiner Theile verletzt wird? — Diese Fragen können der jetzigen Lage der Wissenschaft nach nur sehr unvollkommen beantwortet werden. Es fehlt hier noch an anatomischer Untersuchung, indem der Verlauf der Nerven im Innern des Centralorgans noch keinesweges genau und weit genug verfolgt ist; und es fehlt an physiologischer, da die Versuche, bei denen man Hirntheile verletzte, nicht in der Absicht angestellt wurden, den Erfolg davon für die Thätigkeit des herumschweifenden Nerven und für das Athemholen zu beobachten.

Doch

*) Cuvier l. c. pag. 173. 176.

Doch wollen wir sehen, was zur Erläuterung unseres Gegenstandes sich auch schon jetzt allenfalls darbieten möchte. —

Fürs Erste ist beim herumschweifenden Nerven kein triftiger Grund vorhanden, denselben aus einem andern Hirntheile herzuleiten, als aus dem, woraus man ihn hervortreten sieht, nämlich aus dem verlängerten Marke. Auch behauptet Sömmerring *), daß sich die wahren Centralenden einiger der Fäden die ihn bilden, bis aus der vierten Hirnhöhle her, zeigen lassen. Und gewisse physiologisch-pathologische Beobachtungen können hier als Bestätigung dienen. Kaauw Boerhaave **) verletzte z. B. durch das große Hinterhauptsloch einem Hunde das verlängerte Mark, dem darauf, als er bellen wollte, die Stimme versagte, ein anderer hingegen bellte nach jener Verletzung; — höchstwahrscheinlich war also bei jenem das Centralende des herumschweifenden Nerven im verlängerten Marke getroffen, bei diesem nicht, denn allerdings besteht nicht das Ganze verlängerte Mark bloß aus jenem Centralende. — So fanden sich bei einem Kranken, bei welchem das verlängerte Mark mit ergossenem Blute umgeben war, wie Haller anführt ***), häufige Ohnmachten ein; der besondere Einfluß aber, den die bei diesen statt findende Störung der Hirnthätigkeit auf die Respiration hat (vergl. oben

*) Nervenlehre pag. 232.

**) Impetum faciens dictum Hippocrati §. 327.

***) Elem. physiol. T. IV. pag. 348.

oben D.), stimmt hier sehr mit einer Affection des Centralendes des herumschweifenden Nerven bei dem Zustande jenes Kranken zusammen. — Auch bemerkte Arnemann, daß bei den verschiedenen Thieren, denen er Gehirn wegnahm, die Respiration, beschwerlich (langsam und schnarchend) wurde, wenn er mit dem Wegnehmen tiefer, besonders nach hinten zu in das Hirn eindrang *); also um so mehr, je mehr er sich bei der Operation den an der Basis liegenden, und mit dem verlängertem Marke in genauerer Wechselwirkung stehenden Theilen näherte. Denn dieses Mark und das Centralende des herumschweifenden Nerven wurde bei keinem seiner Versuche getroffen; da er (leider) die in dieser Gegend des Kopfes anzustellenden, welche freilich auch weniger für seinen Zweck geeignet waren, unterließ. —

Aber Wunden des kleinen Hirns, könnte man erinnern, sind ja so vorzugsweise tödtlich und wirken so schnell störend auf die Lebensfunctionen! Ist also nicht doch vielleicht der wahre Ursprung der herumschweifenden Nerven im kleinen Hirne? und wird dies nicht dadurch desto wahrscheinlicher, daß diese Nerven, zumal bei Thieren, so vieles auch zu den Herzgeflechten beitragen, und folglich bei einer Verletzung ihrer Ursprungsstelle auch die für das Leben so unentbehrliche Function des Herzens aufgehoben werden müßte? — Freilich wird die Meinung von der vorzüglichern Wichtig-

*) Versuche üb. d. Gehirn u. Rückenmark, pag. 30. 46. 66.

tigkeit des kleinen Hirns für das Leben, der auch Emmert beipflichtet, durch die Behauptung von Vieussens sehr unterstützt; daß ein Hund durch die Wegnahme des kleinen Hirns bei unverletztem großen Hirn und verlängertem Marke sogleich umkomme; nach der Ausschneidung des verlängerten Markes hingegen noch sechs Stunden Athem hole, und nach der des ganzen großen Hirns (cerebro toto é calvaria exemto) ebenfalls einige Stunden *). Bedenkt man aber die außerordentliche Unwahrscheinlichkeit, die dies letzte vorgebliche Experiment hat, theils schon an sich und theils noch mehr bei Vergleichung mit den Arnemann'schen Versuchen; so wird man sehr geneigt, das Ganze zu bezweifeln, und man sieht sich hierin noch mehr bestärkt durch Das, was Haller **) und Arnemann ***), denen auch Sömmerring ****) beistimmt, gegen die größere Lebensgefährlichkeit der Verletzungen des kleinen Hirns, auf Erfahrungen gestützt, einwenden. Hieraus läßt sich also kein Grund für einen nothwendigen und besonders wichtigen Einfluß der Action des kleinen Hirns auf die Respiration und Herzbewegung hernehmen; und so auch nicht für ein (durch die Anatomie ohnehin nicht erwiesenes) Eindringen der Centralenden des

*) Neurographia universalis (Lugd.) pag. 123. 124.

**) l. c. pag. 346. sq. cf. pag. 345.

***) l. c. pag. 165. sqq. 253. sqq.

****) l. c. pag. 399.

des zehnten Nervenpaars in jenes Organ. Daß dieses mit jenen so wie mit dem verlängertem Marke überhaupt in einer Verknüpfung der Thätigkeit stehe, soll hiermit nicht geleugnet werden. —

Daß übrigens Menschen und Thiere nach dem Verluste einer sehr großen Menge von Hirnsubstanz doch noch einige Zeit (leben und) athmen können, wovon Arnemann eine Menge merkwürdiger Beobachtungen zusammengetragen hat *); darf uns, in Hinsicht auf die, (dennoch statt findende) Nothwendigkeit des Zusammenwirkens der Centraltheile des Nervensystems und der Respirationsorgane zum Athemholen, nicht befremden. Mit den Fällen, wo das ganze Hirn durch Verwundung oder innere Zerstörung ohne Stillstehen der Lebensfunctionen verloren gegangen sein sollte, ist es, wie gesagt, nicht allzustreng buchstäblich zu nehmen. Und gesetzt, das ganze Hirn fehlte wirklich; so würde ja darum allein die Respiration eben so wenig augenblicklich aufhören, als dies sogleich geschehen mußte, wenn durch Hemmung der Einwirkung des zehnten Nervenpaars auf die Lunge dieses Organ mit dem Hirne außer Zusammenhang kam (vergl. oben 4.).

6.

Aber nicht ein abgesondertes und einseitiges Einwirken des Hirns auf die Lungen und des Rückenmarks

*) l. c. pag. 134. sqq. 162. sqq.

marks auf den Zwerchmuskel, sondern ein Zusammenwirken des Hirns mit dem Rückenmarke in diesem gedoppelten Einwirken, macht den wahren innern Grund der regelmäßigen Fortdauer des Athemholens aus; und darum ist hierzu ein die Wechselwirkung gestattender Zusammenhang beider Theile erforderlich. — Wir kommen also hier auf jenen Punkt zurück, auf den wir schon oben (3. am Ende) gestoßen waren; und können ihn nach der zwischengetretenen Untersuchung nun besser beleuchten. —

Die Frage war dort: ob nicht vielleicht das Rückenmark, in Beziehung auf die Respirationsbewegung, selbst ein bloßer Leiter des Hirneinflusses sei? — Bichat, der über die Bestimmung der herumschweifenden Nerven durch seine Theorie getäuscht wurde (s. oben C. 2.), war allerdings dieser Meinung, und nahm bei dem Stillstehen der Respiration nach Verletzungen des Hirns und des obersten Theils des Rückenmarkes nur auf die hierdurch bewirkte Schwächung oder Lähmung der Respirationsmuskeln Rücksicht *). Wir aber müssen nach den vorausgegangenen Betrachtungen vielmehr den dadurch gestörten Conflict des Hirns und Rückenmarkes ins Auge fassen. —

Es ist sehr begreiflich, daß unter dieser Voraussetzung eine Verletzung gerade in der Gegend, wo der auf den Zwerchmuskelnerven wirkende und der auf die Lungennerven wirkende Gehirntheil (3. 4.) in

*) S. die angef. Schrift; in der Uebers. pag. 359.

einander übergehen so ausnehmend schnell und sicher verderblich sich zeigen muß. Bichat selbst giebt mit Recht als untere Gränze der Gegend, wo Verletzungen des Rückenmarkes jählings tödtlich werden die Ursprungsstelle des Zwerchmuskelnerven an *), und leitet, ebenfalls mit Recht, diesen schnellen Erfolg von der Wirkung einer solchen Verletzung auf das Athemholen ab, nur daß er hierbei das Rückenmark sich zu passiv denkt, und die ganze Action allein vom Hirne ausgehen läßt. — Gall betrachtete bekanntlich anfangs den obersten Theil des Rückenmarkes, wo die Pyramiden vor ihrem Uebergange ins Encephalum sich durchkreuzen, als Organ der Lebenskraft, eben wegen jener schnell tödtlichen Wirkung der Verletzungen dieser Stelle; er sah aber nach reiflicherer Ueberlegung ein, daß es für die Lebenskraft kein besonderes Organ geben könne, und bemerkte nun richtiger: die Wichtigkeit jener Stelle beruhe darauf, daß an derselben vornemlich die Verbindung der Organe, für das organische und animalische Leben geschehe. — Wollte man als Grund der Gefährlichkeit solcher Verletzungen die hier statt findende Kreuzung der Markfasern selbst ansehen; so ist dagegen zu erwägen, daß solche Kreuzungen im Rückenmarke an mehreren Stellen vorkommen, und doch nur seine Zerstörung eben in jener obersten Region schnell und unausbleiblich den Tod bringt. Von dieser gilt also ganz vorzüglich,

*) l. c. pag. 357. sqq. cf. Haller l. c. pag. 473.

züglich, was Sömmerring.*) anatomisch auseinandersetzt, daß das Rückenmark kein Nerve sei, auch in physiologischer Hinsicht; — dahingegen es unterhalb der Ursprungsstelle des Zwerchmuskelnerven sich in Hinsicht auf seine Action, Vitalität und Regeneration der Nervennatur je mehr nach unten desto mehr annähert, womit dann hier die Gefährlichkeit seiner Verletzungen in gleichem (abnehmendem) Verhältnisse steht **). —

Aber es sind häufig Fälle von Verletzung und Verderbung des verlängerten Markes und des Anfangstheils des Rückenmarkes vorgekommen, nach denen doch das Leben und das Athemholen nicht sogleich aufhörte, sodern eine kürzere oder längere Zeit fortdauerte! — Unter den Fällen dieser Art, deren Haller ***), Arnemann ****) und Sömmerring *****) eine hinlängliche Zahl gehörig beglaubigter anführen, muß man die, wo der Zusammenhang zwischen dem Theile über und dem unter der verletzten oder verdorbenen Stelle noch statt fand aber nur vermindert war, von denen unterscheiden, wo er aufgehoben war. — War z. B. die eine Hälfte des verlängerten Markes scirrhös, so konnte die

*) l. c. pag. 71.

**) Vergl. ebend. pag. 400. u. Arnemann l. c. pag. 168. 175.

***) l. c. pag. 351. 352.

****) l. c. pag. 167. 156.

*****) l. c.

die andere noch fortwirken; eben wie die eine Hämisphäre des großen Hirns zuweilen noch ziemlich regelmäßig ihre Thätigkeit ausübt, wenn die andere verdorben ist. War der oberste Theil des Rückenmarkes bloß durchstochen, so mochte immer das auf solche Weise verletzte Thier noch einen Augenblick oder selbst eine Zeitlang fortathmen. War er aber durchschnitten, und dies geschah dennoch (wovon an den angeführten Orten die Beispiele genannt sind), so ist das freilich viel merkwürdiger und anscheinend räthselhafter. Freilich wird man im Allgemeinen finden, daß die Lebensfrist bei solchen ganz aufgehobenen Zusammenhange viel kürzer war, als bei bloß vermindertem; — aber man dürfte sich wundern, wie hier überhaupt noch ein einziger Athemzug geschehen konnte! Genauer die Sache betrachtet ist dies indeß gerade die beste Bestätigung unseres Satzes. —

Wäre nämlich das Rückenmark bei dem Impulse auf die Respirationsmuskeln blos ein ganz untergeordneter Zwischenträger für die Hirnaction, verhielte es sich hierbei ganz passiv oder auch nur so einem organischen Leiter gleich wie ein Nerve: dann könnte dergleichen allerdings nicht statt finden, es müßte denn sein, daß jenes Aufeinanderwirken der getrennten Stücke (vergl. oben 4.) ebenfalls einträte, was aber schon der ganz andern Organisation wegen sehr zu bezweifeln ist. Bei Durchschneidung der Zwerchmuskelnerven verliert das Diaphragma sogleich seine Bewegung;

wegung; und daß dennoch das Leben lange fortdauern kann, rührt dann nur von der noch statt findenden Wirksamkeit der übrigen Respirationsmuskeln her *). Wie könnte nun bei Durchschneidung des Rückenmarkes ganz oben, wo doch dann alle Respirationsmuskelnerven unterhalb dem Schnitte entspringen, die Bewegung des Thorax möglicher Weise auch nur einen Augenblick fortdauern, wenn das Rückenmark sich hierbei nicht ganz anders und viel selbstständiger und selbstthätiger verhielte, als ein bloßer Nerve? —

Tödtlich sind übrigens alle Verletzungen jener Gegend unausbleiblich; nur kann, je nachdem sie größer oder nur geringer sind, und je nachdem der Organismus so oder anders disponirt ist, der Tod entweder sogleich oder einige Zeit nachher erfolgen. (Vielleicht würde bei schleuniger und unerwarteter Zertrennung jener Stelle, in Hinsicht auf eine etwa nachfolgende ganz kurze Lebensäußerung, z. B. einen Schrei, selbst Das einen Unterschied machen, ob die Zertrennung geschähe gerade während das Thier im Momente des Einathmens oder in dem des Ausathmens sich befände). — Geschieht hingegen die Verletzung des Rückenmarkes tiefer unten, so braucht sie keineswegs den Tod zu bringen (s. oben); zum Beweise, daß nicht das Rückenmark überhaupt schon als solches, sondern nur jener Theil desselben, der mit dem Hirne, nämlich dem verlängerten Marke, in der zum Athemholen nöthigen näheren Wechselwirkung

*) Vergl. Bichat l. c. pag. 357.

kung steht, die Eigenschaft hat, ohne Vernichtung des Lebens nicht verletzt werden zu können. — Und selbst das verlängerte Mark und der oberste Theil des Rückenmarkes versehen ohne Zweifel jene Function nicht mit ihrer ganzen Masse, sondern nur mit einem gewissen Theile derselben, so daß andere wieder eine andere Bestimmung haben. Nur eine genauere Anatomie dieser Gebilde, und besonders auch eine sehr sorgfältige Untersuchung des inneren Verlaufes der Centralenden der Nerven in denselben kann uns hierüber Aufschlüsse verschaffen; wobei aber freilich, so wie bei etwa in jener Hinsicht anzustellenden physiologischen Versuchen, sehr viele Schwierigkeiten in den Weg treten.

Die das Athemholen bedingende Thätigkeitsverbindung zwischen dem Hirne und Rückenmarke könnte nun sympathischer Art sein, oder antagonistischer Art, und auch letzteres wieder auf mehrfache Weise. Wäre sie sympathisch, so müßte der eine der beiden wirkenden Theile den andern in seine Wirkungssphäre so zu sagen einseitig hineinziehen; denn wo die Sympathie vorwaltet, da bemeistert sich ein Organ des andern, oder ein Organismus des andern, unwillkürlich auf ähnliche Weise, wie bei der Willkür ein dominirender Centraltheil die von ihm abhängigen Gebilde beherrscht. — Ist sie aber antagonistisch, so kann sie entweder eine gegenseitig gleichzeitige Action, ein polarisches Gegeneinanderwirken sein; oder auch

ein

ein abwechselndes Ueberwiegen der Action bald in dem einen bald in dem andern Theile, wobei sie in jenem sich hebt, wann sie in diesem nachläßt, und umgekehrt. Wäre gedachte Wechselwirkung von jener Art, so müßte ihr Resultat, nämlich der Impuls auf die Nerven der Lungen und des Zwerchmuskels und die Contraction dieser Organe, gleichzeitig erfolgen; da aber das Gegentheil hiervon statt findet, so ist sie offenbar von dieser Art: denn sympathisch kann sie nicht sein, weil dabei die Erregung nur nach einer gewissen Richtung statt finden und kein bestimmter Wechsel der Action möglich sein würde *). —

Man schreibt jetzt oft viel zu unbestimmt allerlei organische Effecte geradezu nur einem Polarisiren und einer Polaritätserweckung zu, ohne zu erwägen, ob dabei auch die gehörige Analogie mit dem gewöhnlichen Polarisiren der Elektricität u. s. w. statt finde, und ohne die etwa eintretenden specielleren Eigenthümlichkeiten solcher organischen Vorgänge in's Auge zu fassen. — Die Ciliarnerven und der Sehnerve z. B. mögen allerdings eine verschiedene organisch-elektrische Polarität haben; aber die Bewegungen der Iris beruhen keinesweges auf einem eigentlichen Polarisiren derselben, sondern darauf, daß die Thätigkeit der Ciliarnerven sich hebt, wenn die des Sehnerven nach-

*) Die meisten Wirkungen des sogenannten Nervenconsens sind ebenfalls sympathischer Art und lassen sich unter jenes Gesetz bringen; vergl. mein physiol. Lehrb. §. 57.

nachläßt, und umgekehrt *). Eben ein solches, nur noch regelmäßiger abwechselndes, Steigen und Sinken der Thätigkeit findet auch zwischen dem Theile des Hirns statt, der die Lungennerven, und dem des Rückenmarkes, der die Zwerchmuskelnerven regiert. Beide können in dieser Hinsicht gleichsam wie zwei Arme eines Hebels betrachtet werden; und man kann in dieser Hinsicht allenfalls den ganzen Wechsel der Respirationsbewegung mit Pendelschwingungen vergleichen, und die oscillirende Aufregung im Innern des Gehirns mit der Kraft, wodurch jene Schwingungen bewirkt werden. — Die den Zwerchmuskelnerven anspornende Thätigkeit des Rückenmarkes steigt in eben dem Momente, wo die den herumschweifenden Nerven aufregende des verlängerten Markes sinkt, und umgekehrt; in jenem Momente geräth der Zwerchsmuskel, in dem entgegengesetzten die Lunge in Contraction. Und so schwankt, so lange der regelmäßige Wechsel von Einathmen und Ausathmen fortwährt, jene Thätigkeitserhöhung immerfort hinüber vom Hirne zum Rückenmarke, und von diesem wieder zu jenem. — Es

*) Zwar hat noch neuerlich ein Recensent des Kluge'schen Werks über den animalischen Magnetismus (in der Leipz. Lit. Zeitung), der sich selbst für keinen Schüler der Physiologie zu halten scheint, den sinnreichen Gedanken geäußert, die Erweiterung der Pupille entstehe durch eine todte Zusammenziehung der Iris. Wir wollen uns aber an die tiefsinnigen Ansichten dieses großen Geistes einstweilen, bis er sie erläutern wird, nicht kehren.

Es ist schwer, hierbei die alte Idee von den Lebensgeistern zu übergehen; da es sich so sehr aufdringt, daß hier das Nervenfluidum (der von den Physiologen sonst sogenannte spiritus animalis) oder das thierisch-elektrische imponderable Agens doch wol abwechselnd in dem einen und in dem andern jener Theile des Nervensystems sich mehr anhäufen müsse. Wäre hier die Rede von bloßen Polarisiren, so könnte man mit der reinen Action, mit dem bloß Dynamischen allenfalls auskommen; wie aber jenes immer abwechselnde Steigen und Fallen der Thätigkeit in zwei hierbei zusammenwirkenden Organen und in verschiedenen Zeiträumen sich mit jener idealistischen Ansicht vertragen würde, ist schwer einzusehen. — Realistisch genommen macht die Sache weniger Schwierigkeit; denn es verhält sich dann etwa so damit, wie mit der Ableitung des Nervenfluidums vom Hirne zum Magen bei der Verdauung, und wieder von den Magennervengeflechten zum Hirne bei angestrengtem Denken; nur mit dem Unterschiede, daß in dem Vorgange, womit wir uns hier beschäftigen der Wechsel viel schneller und regelmäßiger ist, weil eine Anregung von einer andern Seite her ihn immer unterhält. — Uebrigens mag Jeder sich das Wie jenes Vorganges, insoweit die animalische Elektricität dabei im Spiele ist, nach Belieben weiter ausmalen.

7.

Der verschiedene Zustand, in welchen beim Respirationswechsel das Gehirn durch sein Verhältniß zum blutführenden Systeme geräth, durfte bei unserer Untersuchung nicht früher in Erwägung gezogen werden, bis die wesentlichsten Punkte einigermaßen in's Licht gesetzt waren; sonst konnte leicht als Hauptsache erscheinen, was nur als mitwirkende Nebensache zu betrachten ist. — Die gegenseitigen auf dem organischen Bau beruhenden Verhältnisse der Theile sind immer das Wichtigste, die anatomische Physiologie ist der Kern der ganzen Lehre von der individuellen Lebensthätigkeit; und alle Verhältnisse der Erregbarkeit, alle Effecte irgend einer Reizung sind nur unter der Voraussetzung der Aufmerksamkeit werth, daß man den innern Verhältnissen der Organisation eine ernste Betrachtung schon gewidmet habe. — Jetzt aber wenden wir uns auch zu jenen äußern Erregungsverhältnissen des Gehirns und ihrer Beziehung auf die Respirationsbewegung.

Nach Roose sollte die vermehrte Blutfülle, welche durch die Wirkung des Ausathmens darin entsteht, das Gehirn zur Einwirkung auf die irritablen Theile des Thorax reizen, und so das Einathmen verursachen; dahingegen die relative Blutleere beim Einathmen ein Nachlassen jener Einwirkung und so das Ausathmen zur Folge hätte. Daß auf jene Blutanhäufung eine Erklärung der Respirationsbewe-

gung nicht gebaut werden könne, wurde oben (C. 3.) schon dargethan; es wird sich aber nun zeigen, daß daraus sogar das Gegentheil von dem folgt, was Roose daraus herleitete.

Das Blut nämlich, welches während des Aus-athmens nicht mit gehöriger Freiheit in den Circulationswegen weiter gelangen kann, und sich deshalb im Gehirne mehr ansammeln muß, ist zurückfließendes, venöses und dunkelfarbiges Blut. Ein solches wirkt aber auf das Gehirn keinesweges reizend, sondern lähmend und gleichsam narkotisch, wie insbesondere aus den sinnreichen und deutlichen Versuchen, welche Bichat hierüber anstellte *), am bestimmtesten hervorgeht. Wenn er Thieren venöses Blut durch eine vorsichtige Einspritzung zum Gehirne trieb, so erfolgten durch die hieraus entstehende Schwächung der Gehirnthätigkeit asphyktische (schlagflußähnliche) Zufälle, und bald wurde das animalische Leben dadurch ganz in Stillstand gebracht. Beim ersten Anfange der Wirkung wurde das Athemholen geschwind und tumultuarisch; eben auch bei jenen (C. 2. angeführten) Versuchen über die Wirkung der Verletzungen der herumschweifenden Nerven, der Fall war, und was von einer zwar willkürlichen, aber doch durch die empfundene Angst erzwungenen Anstrengung der Thiere herrührt. Die Einspritzung verschiedener fremdartiger Substanzen in die zum Hirne gehenden Schlagadern hatte nach Bichat ähnlichen Erfolg;

*) l. c. pag. 276. sqq.

Erfolg; hingegen verursachten solche Einspritzungen in die Schenkelschlagadern niemals den Tod *). Hiermit stimmt der von Sömmerring **) angeführte Versuch überein, daß Mohnsaft, sogar in die Halsvene gespritzt, — tödtete, die doppelte Portion, in die Schenkelvene gebracht, hingegen nicht. — Das Athemholen hört bei solchen Versuchen früher auf, als der Kreislauf; denn Bichat bemerkt, das Herz fahre noch einige Zeit zu schlagen fort, nachdem schon das animalische Leben (wozu er die Respirationsbewegung rechnet) suspendirt sei ***): ein Umstand, der zugleich für die besondere Abhängigkeit des Athemholens von der Hirnaction zur Bestätigung dient. —

Eine solche Wirkung des dunklen Blutes auf das Hirn läßt sich nun auf zweierlei Weise erklären: einmal nämlich daraus, daß bei seiner Ansammlung im Hirne das Zuströmen und die relative Menge des hellen (arteriösen) Blutes darin vermindert, und hierdurch das Hirn geschwächt werde; zweitens aber daraus, daß das dunkle Blut selbst, seiner Natur und Beschaffenheit nach lähmend für die Hirnaction sei. Aus Dem was Bichat hierüber sagt, der beide Erklärungsweisen sehr gut unterscheidet, geht allerdings hervor, daß die zweite, zumal bei solchen Versuchen wie er sie anstellte, ganz richtig sei. Auch daraus, daß das schwarze Blut weit schneller auf das Hirn als

*) pag. 281. 282.
**) l. c. pag. 395.
***) l. c. pag. 280.

als auf das Herz wirkt *), läßt sich dies einsehen; denn des rothen Blutes bedarf dieses ebensowol als jenes, das schwarze muß also seine specifisch-verderbliche Wirkung auf das Hirn schneller und mit mehr Gewalt ausüben. — Uebrigens aber kann dennoch unter Umständen auch jene erstere Erklärungsweise die richtigere sein. Es scheint nämlich hier darauf anzukommen, ob das dunkle Blut wirklich die arteriösen Gefäße im Innern des Hirns mit erfülle; und dann muß es freilich, wie bei Bichat's Versuchen, durch sich selbst schwächend und lähmend darauf wirken: oder ob es sich nur in den venösen Gefäßen stärker anhäufe, diese mehr ausdehne, und dadurch die Hirnsubstanz und ihre Arterien mehr zusammendrücke; wo alsdann die Herabstimmung der Hirnthätigkeit mehr eine Folge der verminderten Erregung wegen geringeren Zuflusses von arteriösem Blute ist. —

Gerade dieser letzte Fall, aber auch nur dieser ist Das, was mehr oder minder bei jedem freien und regelmäßigen Athemholen eintritt. Denn hierbei kann die Anfüllung der venösen Gefäße des Hirns keinesweges so weit gehen, daß das dunkle Blut rückwärts aus ihnen selbst bis in die arteriösen Verzweigungen hinüberträte und aus diesen das hellrothe Blut verdrängte; sondern die relative Menge des letzteren nimmt hierbei nur ab, indem die des ersteren zunimmt. Das Hirn aber, welches sich gegen die Abwechslungen jenes Säftezuflusses so empfindlich verhält

*) pag. 291.

hält gleichsam wie ein Barometer gegen die Abwechslungen der Atmosphäre, wird in seiner bewußtlosen Thätigkeit hierdurch doch schon so alterirt, daß die Folgen davon sich auf die von ihm abhängigen organischen Functionen erstrecken, obgleich das Bewußtsein selbst keine Notiz hiervon bekommt. — Und jene Affection der Hirnthätigkeit ist, wie aus dem Vorhergehenden erhellet, der von Roose gemuthmaßten gerade entgegengesetzt: indem die verminderte Einwirkung des hellrothen arteriösen Blutes bei größerer Ansammlung des dunkelrothen venösen während des Ausathmens einen Zustand verminderter Aufregung und ein Nachlassen der Einwirkung des Hirns auf die Lungen hervorbringt, wodurch zum Wiedereinathmen Anlaß und Freiheit gegeben wird; statt daß Roose annahm, jene Blutansammlung gebe durch Reizung des Gehirns hierzu den Impuls.

Nimmt aber an jener Wirkung der vermehrten Fülle des venösen Systems auch der Theil des Hirns, unter dessen Herrschaft die Lungenbewegung zunächst steht (4.), gehörigen Antheil? — Man könnte hierauf erwiedern, daß wenn auch das verlängerte Mark davon auch nicht geradezu betroffen würde doch die veränderte Stimmung des ganzen übrigen Hirns wol im Stande wäre, eine ähnliche auch in ihm hervorzubringen. Indeß sähe dies zu sehr einer Ausflucht ähnlich; und dann ließe sich ja auf dieselbe Weise auch das ganze übrige Nervensystem mit in's Spiel ziehen. Aber wir bedürs

bedürfen einer solchen Ausrede nicht, denn nach Portal's Beobachtungen *) üben auch auf den obern Theil des Rückenmarkes die Gefäße während des Ausathmens einen Druck aus, so daß sich ein stetes dem Ausathmen entsprechendes Anschwellen jenes Theils auch im natürlichen Zustande statt finden muß. Erwägen wir nun den außerordentlichen Reichthum an Gefäßen, und namentlich auch an venösen, wodurch sich die Gegend des großen Hinterhauptsloches auszeichnet, und womit das verlängerte Mark so zu sagen umwickelt und umsponnen ist, so können wir wol nicht zweifeln, daß diesen Theil des Gehirns ganz vorzüglich die Wirkung jener Ebbe und Fluth in der Circulation treffen muß. Ob sie aber nicht weiter gehe, als für das Gegeneinanderwirken der Gehirntheile (6) und den regelmäßigen Wechsel des Athemholens zuträglich ist? Dieser Frage werden wir nachher sogleich die gehörige Aufmerksamkeit widmen.

8.

Wenn beim Ausathmen das Hirn durch vermehrte Fülle und Ausdehnung seines Venensystems angeschwollen war, so sinkt es beim Einathmen hingegen wieder zusammen, was äußerlich mehr oder weniger

*) Mémoires sur la nature et le traitement de plusieurs maladies (Paris 1800) Tom. 1. — bei einem mit Wirbelspalte am obersten Theil des Rückgrates behaftetem Kinde und bei Thieren.

weniger merklich sein kann (vergl. C. 3.). Dieses Zusammensinken des Hirns rührt aber her von dem vermehrten Rückflusse des venösen Blutes zum Herzen, und einer hieraus nothwendig folgenden Entleerung der venösen Gefäße des Hirns, wobei sie zwar noch immer von Blut erfüllt sind, jedoch weniger davon strotzen. Es fand während des Ausathmens in ihnen einigermaßen eine regressive Bewegung des Blutes statt, beim Einathmen hingegen tritt die progressive wieder ein; und so wie jene nothwendig den Zufluß des arteriösen Blutes theils schon für sich, theils aber durch Druck auf die zwischenliegende Hirnmasse und die Arterien (vergl. 7) vermindern mußte, so wird er durch diese wiederum vermehrt und herbeigelockt. —

Beim Einathmen wird also das Hirn durch einen vermehrten Zufluß des Arterienblutes afficirt; es wird durch ein größeres Maß des vorzüglichsten und beständigsten inneren Reizes aufgeregt, der sein eigenes reproductives, und gleichsam hinter dem Bewußtsein liegendes Leben mit dem übrigen Leben der Organisation in eine nothwendige und so zu sagen chemische Verbindung bringt (vergl. oben A.). — Diese innere Erhöhung des Hirnlebens theilt sich. nun eben so unwillkürlich und bewußtlos als sie selbst ist, auch dem Nervenpaare mit, welches vom Hirne aus das damit in näherer Verknüpfung stehende übrige organische Leben leitet, und welches gerade von Dem Gehirntheile entspringt, der so wie die Verminderung (vergl. 7)

so

so auch die Vermehrung jenes Lebensreizes am meisten verspüren muß. Das Hirn entledigt sich alsdann so zu sagen des Uebermaßes seiner bewußtlosen Kraft und unwillkürlichen Thätigkeit durch die herumschweifenden Nerven; und in diesen entsteht hierdurch die Erhöhung und diejenige Richtung ihrer Action, wodurch sie das Ausdehnungsbestreben der Lungen beschränken und vermittelst der erfolgenden Contraction dieses Organs zum Ausathmen mitwirken. —

Autenrieth hat es sehr wohl eingesehen, daß mit der abnehmenden und zunehmenden Menge des arteriösen Blutes beim Respirationswechsel ein verschiedener Zustand des Gehirns eintreten müsse; und er erinnert, daß dieser Umstand, genauer verfolgt, zu wichtigen Aufschlüssen über den Zusammenhang der Functionen des Nerven- und des Respirationssystems führen würde *). Wirklich hielt man sich auch nur an das Negative des Vorganges, so lange man nur auf die Anhäufung des venösen Blutes während des Ausathmens Rücksicht nahm und den vermehrten Reiz durch das arteriöse beim Einathmen übersah. — Dieser findet statt ungeachtet dabei das Hirn seinem Volumen nach in einer Art von Collapsus ist; der aber keinesweges eine Thätigkeitsverminderung sondern vielmehr eine freiere Wirksamkeit mit sich führt. Ja man könnte sogar auf den Gedanken kommen, daß

*) Bemerkung über einen Versuch von Galen den Geruchssinn betreffend; (s. Archiv f. d. Physiol. Bd. 9. pag. 377.

beim Ausathmen durch die Zusammendrückung der zwischen den anschwellenden Venen liegenden Hirntheile diese gleichsam mechanisch gelähmt, und dadurch in ihrem erregenden Einwirken auf die zu den Respirationsorganen gehenden Nerven gestört würden (vergl. oben C. 3.); indeß ist dieser Druck wol nicht von der Art und nicht von dem Grade, daß er eine solche Wirkung hervorbringen könnte; und wenn ein Druck auf das Hirn, was in andern Fällen allerdings vorkommt, die Macht hat, dessen Thätigkeit mechanisch zu lähmen, so ist er immer auch ein solcher, wobei zunächst das Bewußtsein leidet und nicht ferner rege bleiben kann, was indeß bei jenem vom regelmäßigen Ausathmen herrührenden Drucke keinesweges zutrifft. Die Gelindigkeit und das allmälige Zunehmen desselben, und seine ziemlich gleichmäßige Vertheilung auf die ganze Hirnmasse, scheint hauptsächlich eine solche Störung zu verhüthen und ihn hierdurch als etwas Regelmäßiges von anderm regelwidrigen und eigentlich störenden Drucke zu unterscheiden.

Aber trifft der verschiedene Einfluß jener Veränderungen im Gefäßsysteme nicht ebensowol das Rückenmark, als das Gehirn? und müßte daher nicht auch das Rückenmark in eine den Zwerchmuskelnerven anspornende und das Diaphragma zur Contraction bringende Aufregung bei der Inspiration gerathen? wodurch alsdann jener Wechsel aufgehoben wäre, indem ja nun Lungen und Diaphragma in gleichem

Zeit-

Zeitraume sich contrahirten. — Das wäre freilich ein schlimmer Umstand; indeß sind jene beiden Theile des Centralorgans des Nervensystems in hinlänglich verschiedenem Verhältnisse zum blutführenden Systeme, um einem solchen unpassenden Zusammenwirken auszuweichen. Für's Erste ist schon der Verlauf der Gefäße des Rückenmarkes von der Art, daß der Andrang des Blutes dasselbe bei weitem nicht in dem Grade treffen kann als das Hirn. Insoweit sie nämlich mit den blutführenden Kanälen in der hinteren Gegend der Hirnschale zusammenhängen, steigen sie stark umgebogen hinab, um das strangförmige Rückenmark zu begleiten, welches übrigens aber noch von mit der Wirbelsäule in Verbindung gesetzten Gefäßverzweigungen versehen wird, so daß jene von oben herabkommenden, besonders die venösen mehr nur wie Communicationskanäle zu versehen sind. Auch muß ganz vorzüglich der gewundene und winkligte Verlauf und die Verknüpfungsart der Halswirbelvene (vena vertebralis) den Drang des Blutes gegen das Rückenmark von der venösen Seite her brechen. Das Rückdringen des venösen Blutes beim Ausathmen findet also weit weniger gegen das Rückenmark, als gegen das Hirn statt, welches letztere freilich gegen eine zu große Gewalt dieser Wirkung einigermaßen auch durch die Einrichtung der Blutleiter geschützt wird. Am leichtesten könnte noch der oberste Theil des Rückenmarkes davon bedeutend afficirt werden (vergl. 7.); aber der eigentliche Ursprung

des

des Zwerchmuskelnerven trifft ja nicht mit dieser Gegend zusammen, sondern liegt weiter unten (vergl. 1.), so daß eben hierin sich wieder eine Zweckmäßigkeit des organischen Baues erkennen läßt. Wirklich fand auch Portal (vergl. 7.) daß bei spina bifida weiter unten am Rückgrate keine Bewegung des Rückenmarkes zu bemerken war, und daß diese bei Thieren, denen er die Wirbelsäule öffnete unterhalb des dritten bis vierten Halswirbelknochens verschwand. Wäre der Nutzen jenes Anschwellens des Rückenmarkes, wie er annimmt, eine Ableitung des Bluts vom Hirne, so hätte die Natur besser gethan, das ganze Rückenmark anschwellen zu lassen; und der Schlagfluß, den er einseitig vom bloßen Drucke des Blutes herleitet, hat wol andere Gründe seines seltenen Eintretens (vergl. unten II. C.). —

Zweitens ist aber selbst die Umhüllung des Rückenmarkes von der Art, daß hieran die abwechselnde etwanige Vermehrung der herandringenden Blutmasse einen bedeutenden Widerstand findet; denn die weiche Gehirnhaut ist vom großen Hinterhauptsloche an abwärts so sehr viel fester straffer (und selbst wol dicker) als in der Hirnschale, daß sie jenen Namen als Hülle des Rückenmarkes kaum noch verdient. Dadurch und durch ihr festes Anliegen widersteht sie aber sehr der Ausdehnung der in sie verwebten und durch sie hindurchdringenden Blutgefäße und folglich dem Andrange des Blutes durch dieselbe. —

Aus alle diesem ergiebt sich, daß jene Ebbe und Fluth des arteriösen und venösen Blutes hauptsächlich nur das Hirn, und allenfalls noch das Rückenmark in den obersten Halswirbeln treffe; das übrige Rückenmark hingegen, und insbesondere auch das Stück desselben, worin der Zwerchmuskelnerve wurzelt, zumal im gesunden Zustande, mehr davon frei sei. — Ist nun ein vorübergehend stärkeres Hinzudringen des Arterienblutes zum Rückenmarke an sich schon weniger möglich, so wäre ja zudem auch die etwa statt findende Zunahme dieses Blutes im Rückenmarke beim Einathmen relativ schon viel geringer, weil hier keine solche Anhäufung des venösen Blutes beim Ausathmen statt finden kann. Mit Recht durften wir also (oben in unserm Satze) behaupten, das Einströmen von arteriösem Blute beim Einathmen sei ein Reiz für das Hirn, von welchem das Rückenmark nicht so getroffen werde. Und folglich entsteht dadurch in diesem auch keine solche Affection, die auf sein inneres bewustloses Leben bedeutend verändernd wirken und so einen Impuls auf den Zwerchmuskelnerven zur Contraction des Zwerchmuskels veranlassen könnte.

9.

Der oberste Grundsatz der ganzen Irritabilitätslehre, daß nämlich die Expansion der bewegsamen Theile blos ihr eigenes Thun und Treiben, die Contraction hingegen ein ihnen von den bewegenden Theilen (namentlich

mentlich den Nerven) gleichsam aufgedrungener Act sei, ist schon oben (C. 2.), und zwar besonders auch in Beziehung auf den Zwerchmuskel zur Sprache gekommen. Es wäre also doppelt unnütz, diesen schon anderswo in allen Beziehungen erörterten Grundsatz hier wieder weitläufig auszuspinnen. — Nur eines Einwurfes muß noch gedacht werden, den man allenfalls von den Schließmuskeln hernehmen möchte. Diese halten nämlich auch ohne einen besonderen und auffallenden Impuls von Seiten des Willens die Oeffnungen, welche sie umgeben, anhaltend einigermaßen wenigstens verschlossen; womit Reißeisen *) die irrige Meinung, daß die Contraction irritabler Theile (und so auch der Lungen) deren Ruhezustand sei, zu unterstützen sucht, ungeachtet er dies nicht mit klaren Worten sagt. Roose in seiner Widerlegung von Niemeyers Hypothese über die physische Wirkungsart des Willens zeigt aber sehr deutlich wie es sich mit den Schließmuskeln in jener Hinsicht verhält **); deren Zusammengezogenheit nämlich, um vollkommen zu werden, durch den Willen verstärkt werden muß, und in dem geringeren Grade, in welchem sie regelmäßig andauert, ebenfalls durch Nervenwirkung, die aber bewußtlos und unwillkürlich ist, unterhalten wird. Eine solche Einwirkung findet regelmäßig und anhaltend bei allen der Willkür unterworfenen muskulösen Organen statt, und äußert sich

*) l. c. pag. 42.

**) Anthropolog. Briefe pag. 55. sqq.

sich in den vorzüglichsten Schließmuskeln merklicher (durch eine stärkere Zusammengezogenheit derselben), weil diese keine eigentlichen Antagonisten gleich andern Muskeln haben, wodurch der wahrnehmbare Effect jenes Nerveneinflusses gemässigt werden könnte. Läßt dieser Einfluß nach, oder wird er aufgehoben, wie bei Lähmungen und gewissen Affecten, so erschlaffen die Schließmuskeln, und es erfolgen z. B. unwillkürliche Excretionen. Auch im Tode erschlaffen sie, und dann sind sie in ihrem wahren Ruhezustande; denn so lange sie lebendig sind kann ihre Expansion nicht als ein solcher, also nicht als eigentliche Erschlaffung oder Mangel an Tonus, betrachtet werden.

Der Zwerchmuskel expandirt sich also selbstthätig, sobald die ihn zur Contraction bestimmende Einwirkung seiner Nerven nachläßt. — Er steigt nun in die Höhe; denn sein ganzer Bau disponirt ihn, und seine obere Befestigung erleichtert es ihm, bei der Expansion jene Wölbung nach oben zu bilden, wodurch er den senkrechten Durchmesser der Höhle des Thorax verringert, und die Lungen in dieser Richtung hinaufschiebt. Auch Haller räumt dem Zwerchmuskel eine Selbstwirksamkeit bei dieser Aufwölbung ein, und führt die Fälle, wo er hinuntersinkt oder durch andere Muskelwirkungen hinabgepreßt wird als regelwidrige an *); wobei dann entweder eine allzugroße Uebermacht jener widerstrebenden Action oder eine vorausgegangene Schwächung und Lähmung des

Zwerch-

*) Elem. physiol. Tom. III. pag. 273. 272.

Zwerchmuskels die Schuld trägt. — Indeß verkennt Haller dabei keinesweges die Wichtigkeit der Mitwirkung der Bauchmuskeln, selbst für das gewöhnliche Athemholen; die außer ihrer Wirkung auf die Rippen, wodurch sie Antagonisten der Intercostalmuskeln sind (vergl. oben C. 1.) auch dadurch zum Ausathmen beitragen, daß sie den Inhalt der Unterleibshöhle gegen den Zwerchmuskel hinaufdrücken.

Wie die der letztgenannten Muskeln, so ist auch die abwechselnde Expansion und Contraction der Bauchmuskeln bei dem gewöhnlichen und ganz ruhigen Athemholen durchaus unwillkürlich; und es liegt gewiß nicht in einem Vorsatze, sondern in einer Grundbestimmung durch organische Anlage, daß der Unterleib des Mannes sich stärker beim Athemholen bewegt, als der des Weibes. Auch dauert ja diese Bewegung im Schlafe und in unzweifelhaft bewußtlosen Zuständen ebensowol fort, als im Wachen. — Ist aber die Bewegung der Bauchmuskeln unwillkürlich, so ist dies auch der sie zur Contraction bestimmende Einfluß ihrer Nerven, und er muß alsdann in der organischen Anlage und insbesondere in dem Gegeneinanderwirken der Centraltheile des Nervensystems ebensowol gegründet sein, als der übrige die Respirationsbewegung beherrschende Nerveneinfluß (Man vergleiche indeß in Hinsicht auf eine hineintretende nähere, jedoch untergeordnete, Verknüpfung unten II. B. 4.). — Nun wechselt die Bewegung der Bauchmuskeln mit der des Zwerchmuskels und der Intercostals

stalmuskeln ab, und wann diese in Expansion sind so sind jene in Contraction, und umgekehrt. Der Theil des Rückenmarkes, aus welchem die hauptsächlichsten Bauchmuskelnerven kommen, muß also wieder mit dem über ihm liegenden, woraus die Zwerchmuskelnerven nebst den gleichzeitig wirkenden Intercostalmuskelnerven hervorgehen, in einem Gegensatze seiner automatischen Thätigkeit stehen; und der Markknopf, als das oberste schon in der Hirnschale liegende Ende des Rückenmarkes (vergl. 2.) wirkt folglich mit dessen untersten Theile in Beziehung auf die Respirationsbewegung gleichzeitig und übereinstimmend zusammen, während die zwischenliegende Strecke beiden antagonistisch entgegen und mit ihnen ungleichzeitig wirkt (vergl. auch 5. u. 6.). —

Hieraus läßt sich um so bestimmter einsehen, was oben (7.) schon erinnert wurde, daß die in der ursprünglichen organischen Bestimmung wurzelnden und in den Gegensätzen der Gebilde sich ausdrückenden Verhältnisse die hauptsächlichsten sind, und daß man die in einer Reizung bestehenden nur als eine Zugabe gleichsam betrachten darf. Die Thätigkeitsbeziehungen, in welche Hirn und Rückenmark, und wieder die verschiedenen Theile dieses letzteren untereinander, an sich und ursprünglich schon gesetzt sind, bestimmen wesentlich ihre Mitwirkung zum Respirationsgeschäfte. Der abwechselnd verschiedene Zustand, in welchen das Hirn durch die Einwirkung des blutführenden Systems geräth (7. 8.) ist nur eine hinzukommende Aufregung.

10.

Läßt die Einwirkung der Zwerchmuskelnerven auf das Diaphragma nach, so daß dieses sich expandirend, hinaufsteigt, dann erfolgt zugleich auch (und zwar in demselben Momente, wo die Bauchmuskeln sich contrahiren) die Contraction der Lungen. Läßt die hierzu bestimmende Einwirkung der herumschweifenden Nerven nach (vergl. 4. 5.) so expandiren sich, während der Zwerchmuskel auf den Impuls seiner Nerven sich zusammenzieht, die Lungen von selbst und durch ihr inneres Bestreben nach Ausgedehntheit (vergl. 9. zu Anfang); denn eben darinn äußert sich vornehmlich der lebendige Tonus der irritablen Organe, daß ihre Ausdehnung keine aus Apathie entstehende Erschlaffung, sondern ein selbstthätiger Act ist, der insoweit er bei gehöriger Lebenskräftigkeit in ihnen in gewissem Maße immer fortwährt, auch turgor vitalis genannt wird. Zu einen solchen Tonus und Lebensturgor gehört gar nicht nothwendig eine gewisse Straffheit und Festigkeit der Organe, sehr weiche, wie z. B. die Iris, der Faltenkranz, die inwendige Haut des Darmkanals und deren sogenannte Zotten, besitzen ihn im hohen Grade, und er steht mit der Elasticität der Theile, die ja eigentlich nur eine anorganische Kraft ist, in gar keinem gleichen Verhältnisse; (oft wol eher im entgegengesetzten, wie z. B. in den Knorpeln, in den größten Arterien, die viel elastischer aber viel weniger lebendig sind, als die

kleins

kleinsten). Wie sollte es nun den so gefäßreichen, und mit Nerven und verschiedenen Arten irritabler Fasern sattsam begabten Lungen, an jener lebendigen Bewegungs- und Ausdehnungskraft fehlen? (vergl. oben C. 1.). —

Aber ein sehr weiches Eingeweide ist die Lunge ihrem eigenthümlichen Gewebe, ihrem Parenchyma nach allerdings, so fest und elastisch auch die Luftröhre nebst ihren größeren Aesten und Zweigen ist. Bei allem Tonus und Ausdehnungsbestreben ist daher die Lunge doch nicht im Stande von innen her den Thorax mechanisch zu erweitern; ja sie vermag schwerlich nur den Zwerchmuskel bedeutend hinunterzudrücken, obwohl dieser im Gegentheile mechanische Kraft genug besitzt, sie wenn er sich expandirt hinaufzuschieben. — Insofern ist die Lunge also doch ein sehr untergeordneter Theil bei der Respirationsbewegung (vergl. auch oben 4.); so gewiß es immerhin ist, daß bloß die Erweiterung des Thorax und das Hinabdringen der Luft durch die Luftröhre nicht im Stande sei, ohne selbstthätiges Mitwirken derselben die Lunge gehörig auszudehnen (vergl. C. 1.), und daß bei regelwidriger und krampfhafter Zusammenziehung der Lunge diese dem willkürlich noch so sehr erweiterten Thorax dennoch nicht folge.

Zur Verengerung des Thorax wirken auch beim ruhigen und gewöhnlichen Ausathmen, außer der Expansion und dem Hinaufsteigen des Zwerchmuskels, die Zusammenziehung der Bauchmuskeln (9.) und die

Elas

Elasticität der Rippen und ihrer Knorpel, so wie die besondere Art ihrer Verbindung mit dem Rückgrate: man darf daher nicht behaupten daß jene Bewegung des Zwerchmuskels das Ausathmen vollständig bewirke, sondern nur, daß sie (und zwar bedeutend) dazu beitrage. —

Zur Erweiterung des Thorax beim Einathmen wirkt die Expansion der Lunge *) mechanisch so viel wie nichts, sondern regelmäßig alles die Zusammenziehung des Zwerchmuskels und der Intercostalmuskeln. Aber das Einathmen ist als Aufnahme von Luft ohne Mitwirkung der Lunge vermöge ihrer eigenen Ausdehnungskraft durchaus unvollständig. Und dynamisch genommen — in Beziehung auf die organischen Wechselverhältnisse, und auf den chemischen Proceß des Athmens, so wie auf dessen Wirkung auf's Gehirn und deren rückwirkende Folgen wieder für die Respirationsbewegung — ist jene selbstthätige Expansion des Gefäßparenchyma der Lunge gerade die Hauptsache.

11.

*) Wenn es, rein anatomisch, richtiger scheint: die Lungen, zu sagen; so ist hingegen der Singular vielleicht physiologisch richtiger, theils weil die Luftröhre, deren Verzweigungen den Hauptbestandtheil ausmachen, nur Eine ist und beiden Lungenflügeln angehört, und theils weil diese einerlei Function haben.

11.

Eine Theorie des Athemholens, die den ersten Anfang desselben unerörtert ließe, verdiente kaum, eine solche genannt zu werden. Es ist aber bekannt, wie mancherlei Erklärungsarten man versucht hat, und wie viel Schwierigkeit dies Problem mit sich führt, zumal wenn man bei seiner Lösung etwas mehr in's Specielle gehen will. — Wir haben hier ohnehin nicht allein das Verhalten der Respirationsorgane selbst, sondern zugleich die Mitwirkung des Nervensystems und besonders des Gehirns bei dem ersten Athemholen in Erwägung zu ziehen.

Da in dem Kinde bis zu seiner Geburt die Lungen compact und gleichsam in anhaltender Involution, und nur in intensiver Entwickelung begriffen im hintern Theile des Brusthöhlenraums lagen; so muß für ihre sich äußernde Thätigkeit, für ihre Function, die Ausdehnung ihrer compacten Masse, die Evolution ihres Parenchyma den Anfang machen. Ist sie vollständig, so wird vermöge der Entwickelung der feinsten Luftröhrenzweige sogleich der Luft der Eingang bis in's Innerste der Lungensubstanz eröffnet und die Wechselwirkung mit dem Blute tritt unverzüglich ein.— Verstopfung der Luftwege mit andern Flüssigkeiten kann das Eindringen der Luft hindern, wenn auch in den Lungen der Fehler nicht liegt. Aber diese selbst können entweder zu sehr mit Blute überfüllt sein, was leicht bei starken und ganz reifen Kindern vor-

vorkommt, und dann ist dies Ausdehnungsbestreben der Lungensubstanz so zu sagen außer Stande, jenes Gewicht der Säftemasse zu heben; oder die Lunge ist zu schwach und es fehlt ihr an Kraft und Trieb zur Expansion; was am häufigsten bei zu frühzeitiger Geburt der Fall ist, wo die Lungensubstanz noch nicht zu ihrer gehörigen Entwickelung gelangt war. — Fehlt es aber hieran nicht, so kann die Lunge sich ausdehnen und Athem holen unter Umständen, wo der Thorax noch außer Stande ist, sich zu erweitern (vergl. oben C. 1.). Ein Umstand, welcher allein schon abhalten muß, dem Thorax, und der Einwirkung der Willkür auf ihn, die Hauptrolle beim ersten Athemholen zuzutheilen; (und welcher auch mich desto mehr bestimmt, von Dem nicht abzugehen, was ich über den Vorrang und das Verhalten der Lunge bei jener Veränderung in meinem physiologischen Lehrbuche (§. 354.) wo ich Döllinger'n hierin folgte, geäußert habe). —

Von zwei Seiten her findet indeß zur Zeit der Geburt eine Aufreizung für die Lunge statt, wodurch sie zur Aeußerung ihrer Selbstthätigkeit angespornt wird. Erstens nämlich geschieht vom Herzen aus bei der nun aufgehobenen Circulation durch den Mutterkuchen ein kräftigeres Andringen des Blutes gegen die Lunge, wodurch sie zwar in einzelnen Fällen überfüllt und dann an ihrer Ausdehnung gehindert (s. oben), in der Regel aber darin unterstützt und dazu auf eine angemessene Weise aufgefordert wird. Und zweitens

entsteht

entsteht durch die neue und ungewohnte Berührung mit der atmosphärischen Luft in der Nasenhaut und im hintern Theile der Mundhöhle eine Reizung (die auch selbst da schon statt finden muß, wo das Kind übrigens noch in der Geburt steckt); und diese Reizung, welche Reißeisen zur Erklärung des ersten Athmens sogar für allein hinreichend hält, theilt sich vermittelst der Nervenverbindungen den Lungen selbst mit; sie entwickeln sich alsdann, gleichsam wie die Blätter einer Pflanze sich entfalten, wann sie der Reiz des Lichtes trifft. — Man darf nicht glauben, hierdurch könnte eher eine noch stärkere Contraction als eine Expansion der Lunge begünstigt werden, weil ja von der Nerveneinwirkung die Zusammenziehung irritabler Theile abhänge (vergl. oben 9.). Denn nicht jede Reizung giebt der Nerventhätigkeit die hierzu erforderliche Modification und Richtung: — die Reizung durch bestimmte Affecten macht gewisse Muskeln erschlaffen, wie z. B. der Zorn bei Kindern oft den Schließmuskel der Blase; die gefäßreichen schwammigen Theile, welche durch eine anhaltendere bewußtlose Nervenwirkung für gewöhnlich im zusammengezogenen Zustande erhalten werden, gerathen in Turgeszenz, wenn in ihren Nerven innerliche Gefühlsthätigkeit rege wird; und selbst die Reizung der Nasenhaut durch mancherlei Dinge, welche besonders das Gemeingefühl derselben also das fünfte Nervenpaar afficiren, erregt ja bei längst schon athmenden Menschen noch ein unwillkürliches schnell zwischentretendes tiefes

Einathmen, beim Niesen (welches in dieser Hinsicht gleichsam eine späterhin wiederholte respiratio prima ist). — Die Einwirkung der Atmosphäre auf den Anfang der Luftwege (nicht auf den Kehlkopf und die Luftröhre selbst) ist also für die contractive Wirkung der Lungennerven vielmehr ein ableitender Reiz; und zugleich ist sie eine Aufforderung für die Lungen, sich zu öffnen, um durch die eindringende Luft noch mehr belebt zu werden, wie der Begattungsreiz eine Aufforderung für den Uterus ist den befruchtenden Samen in sich aufzunehmen. —

Als eine Bestätigung dafür, daß die Lunge beim ersten Athemholen eben so wenig, als nachher, der Erweiterung des Thorax und dem Andringen der Luft bloß mechanisch nachgiebt, ist auch der Umstand anzusehen, daß der rechte Lungenflügel meistens früher athmet und sich ausdehnt, als der linke; was durch eine Menge glaubwürdiger Zeugnisse dargethan ist *). — Wäre die Lunge nichts, als eine Art von Blasebalg, so müßten wol beide Flügel immer zugleich aufgeblasen werden: aber der rechte ist der größere und stärkere, der ja auch einen Lappen mehr hat, er ist so zu sagen die Lunge vorzugsweise; — und so äußert er seine größere Kraft und Entwickelung oft auch darin, daß er früher als der andere sich ausdehnt und Luft aufnimmt.

Auf die hier betrachtete Selbstthätigkeit der Lunge bei den ersten Athmen könnte man sich berufen, wenn

*) Vergl. Henle l. c. pag. 440.

wenn einmal ein Kind ohne alles Hirn und ohne Rückenmark ein paar Athemzüge thun sollte. Nimmt man aber das zusammen, was Haller und Sömmerring hierüber anführen, so zeigt sich, daß wahrscheinlich kein beglaubigter Fall existirt, wo eine des Rückenmarkes entbehrende Mißgeburt nach dem Geborensein vollständig gelebt, d. h. zugleich geathmet hätte; ungeachtet ihre Ausbildung im Mutterleibe einigermaßen ohne Rückenmark geschehen konnte; was freilich merkwürdig und sonderbar genug ist.

Aber vollkommen ist freilich die Entfaltung der Lunge und das Einathmen nur dann, wenn zugleich der innere Raum der Brusthöhle durch Hinabsteigen des Zwerchmuskels und durch Erhebung der Rippen und des Brustbeins gehörig erweitert wird (vergl. 10). Ohne diese hinzukommende Bewegung ist also auch der erste Athemzug nur sehr mangelhaft; und sie findet, wenn er ganz regelmäßig und vollständig geschieht allerdings statt. — Wir könnten, wie früherhin auch mit Andern geschehen ist, uns in dieser Hinsicht nun darauf berufen, daß die Lunge bei der ganzen Respirationsbewegung das dominirende Organ sei; und daß besonders jenes Mitwirken der Respirationsmuskeln durch die Verknüpfung der Nerven derselben mit den Lungennerven bewirkt werde. Indeß sind oben schon die Gründe betrachtet worden, warum solchen Nervenverknüpfungen bei der Respirationsbewegung nur eine sehr untergeordnete Rolle beizumessen sei (vergl. C. 3 und F. 1 bis 3). Hingegen haben wir im

Bisherigen die große Bestimmtheit und Wichtigkeit der auf die Organe des Athemholens einwirkenden Gehirnaction nahe genug kennen gelernt, um sie auch beim ersten Anfange dieser Verrichtung nicht aus der Acht zu lassen. —

Schon das Mechanische der Geburt ist allerdings von der Art, daß dadurch die Thätigkeit des Sensoriums sehr aufgeregt werden kann. Insbesondere muß die Pressung während des Durchganges des Kindes durch die Theile der Mutter den lebendigen Widerstand gegen äußern Druck, rege machen, der am meisten vom Rückenmarke, als dem die willkürliche Bewegung hauptsächlich dominirenden Organe (vergl. 3.) ausgeht; so falsch es auch sein mag anzunehmen, das Kind helfe durch seine Bewegung bei der Geburt geradezu sich selber fort. — Ist aber das Rückenmark überhaupt in eine, auf die von ihm abhängigen Muskelnerven wirkende, Erregung versetzt; so werden auch die dazu gehörigen Zwerchmuskelnerven (vergl. 1.) nebst den Interkostalmuskelnerven daran Theil nehmen, und so die von ihnen regierten muskulösen Theile in die erste Contraction versetzen. — Der Eindruck, den die Luft, die kältere Temperatur u. s. w., auf die Hauptnerven machen, welche größtentheils ebenfalls von Rückenmarksnerven herstammen, mag wenigstens in gewissen Fällen die zum ersten Athemzuge mitwirkende Aufregung des Rückenmarkes noch verstärken. — Ob diese insoweit sie dem Zwerchmuskelnerven einen Impuls giebt beim ersten Athemholen

holen ganz unwillkürlich sei, oder ob sich die Willkür des in die Welt tretenden Kindes einigermaßen hier mit einmische, könnte man immer unentschieden lassen; da es übrigens, wie wir oben sahen, gewiß genug ist, daß jener Impuls der gewöhnlichen Regel nach keinesweges von der Willkür herrühre. —

Das Hirn selbst war, wie die Lunge, bis zur Zeit der Geburt hauptsächlich nur mit eigener innerer Entwickelung beschäftigt. Auch bekam es noch kein ausgebildeteres arteriöses Blut; und bei dem Durchgange durch das Becken der Mutter finden Verhältnisse statt, wodurch eine Anhäufung von Blute im Kopfe überhaupt und im Hirne insbesondere begünstigt wird; (am meisten freilich, wann der Kopf nicht zuerst kommt). Nimmt man nun hinzu, daß wie wir eben sahen die Aufregung des Nervensystems durch den Geburtsvorgang selbst zunächst und vorzüglich das Rückenmark treffen muß; so läßt sich um so weniger ein Grund finden, warum das Hirn gleich zuerst in eine erhöhte und andern Organen sich wieder mittheilende Thätigkeit gerathen sollte. Der herumschweifende Nerve wird also nicht in demselben Momente, in welchem er von einer andern Seite her auf eine der Expansion der Lungen günstige Weise afficirt wird (s. oben), sogleich auch schon vom Hirne zu seiner contractiven Einwirkung auf die Lunge determinirt.

12.

Der Vorgang des ersten Einathmens selbst aber ist auf mehrfache Weise eine Anregung für die auf die Respirationsbewegung sich beziehende Reaction des Hirns; obgleich sich schwerlich annehmen läßt, daß von dem beim ersten Athemzuge in den feinsten Lungengefäßen gerötheten Blute, sogleich und noch vor dem ersten Ausathmen eine Quantität schon bis zur Hirnsubstanz gelange. Das Hirn wird auch ohne diesen Hülfsreiz (vergl. 9. zu Ende) hinlänglich von zwei Seiten zur Reaction aufgefordert. Einmal nämlich von dem sogleich beim ersten Einathmen schon mitwirkenden Rückenmarke, welches zum Hirne in ein auf das Athemholen sich beziehendes Thätigkeitsverhältniß ursprünglich gesetzt ist (oben 6.). Zweitens aber vom herumschweifenden Nerven selbst: denn indem dieser Nerve bei der Geburt in einen Zustand innerer Reizung geräth, wodurch seine Action von den Lungen so zu sagen abgelenkt wird (11.), muß er zugleich das Hirn, von welchem er entspringt (2.) und abhängt (4) mit afficiren, das ohnehin alsdann Eindrücke auch von andern, mit dem herumschweifenden unmittelbar oder mittelbar verknüpften, Nerven bekommt. Und diese Affection des Hirns von dem herumschweifenden Nerven bestimmt es zur Reaction auf denselben, der überhaupt seiner Thätigkeit untergeordnet ist, und willig den Impuls von ihm empfängt (vergl. 4.). — Zugleich ist die Ausdehnung der Lun-

ge, beim Einathmen, selbst ein Reiz für ihre die Contraction bewirkenden Nerven, darauf hinzuwirken: so wie durch die Expansion des Herzens die Herznerven, durch die der eigentlichen Muskeln deren Nerven, zur contractiven Einwirkung gereizt werden; und wie selbst die Turgeszenz durch die innere immer steigende Spannung der Nerven am Ende eine desto stärkere und dauerndere Gegenwirkung derselben herbeiführt. — Der Einwurf übrigens, welcher von dem (kurzdauernden) Leben (und Respiriren) acephalischer Kinder nach der Geburt gegen die Abhängigkeit des Athemholens vom Hirne hergenommen wurde *), trifft unsere Ansicht nicht; denn dergleichen Acephalen sind nicht völlig hirnlos und nicht ohne verlängertes Mark; falls auch die Varolsbrücke nicht ausgebildet ist. Einen merkwürdigen Fall, wo ein Kind bei großem Hirnmangel zwei Wochen lang nach der Geburt fortlebte beschreibt Osiander in d. Gött. gel. Anz. 1812. St. 139. — (Man vergl. auch oben 5. u. 11.)

Aber die Reaction des Hirns und die zur Contraction bestimmende Einwirkung des zehnten Nervenpaars auf die Lungen bewirkt selbst das Erste Ausathmen, wenigstens wenn es vollständig ist, keinesweges allein. Es wirken dazu mit die mechanische Anlage des Brustkorbes zur Verengerung der von ihm umgebenen Höhle; das Bestreben des Zwerchmuskels

*) S. Troxler's Versuche in der org. Physik pag. 430. Anm.

muskels zum Wiederhinaufsteigen, nachdem er durch Nerveneinwirkung gleichsam hinabgedrückt war; und die Bewegung der mit den Lungen zugleich in Zusammenziehung gerathenden Bauchmuskeln; (vergl. 10. u. 9.).

Wir haben nun in dieser Betrachtung des ersten Athemholens den Lungen den vorzüglichen Rang eingeräumt, der ihnen gebührt, der mitwirkenden Action der Nerven und des Gehirns zwar nur eine Mitwirkung, doch eine sehr wichtige zugeschrieben, zugleich aber den von außen kommenden Reizungen und den Verhältnissen des Nervenconsens ihren Einfluß nicht abgesprochen. — Vielleicht möchte eben hieraus Jemand einen Tadel dieser Ansicht hernehmen; so wie Oken in seinem Aufsatze über den Athmungsproceß des Fötus Lobstein's Schrift über die Ernährung des ungebornen Kindes dadurch lächerlich zu machen sucht, daß darin die verschiedenartigsten Ernährungsweisen zusammengenommen seien; (als wenn das Leben des Fötus zu jeder Zeit der Schwangerschaft dasselbe wäre!). Wir behaupten aber, daß das erste Athemholen streng genommen nicht bloß von den eigentlichen Athmungswerkzeugen, sondern von den ganzen Organismus vollbracht wird; daß mit dem ersten vollständigeren Eintritte dieser eigentlichsten Lebensfunction eine wahre Revolution im Körper vorgeht, woran das Ganze Antheil nimmt und nothwendig nehmen muß; und daß zu den ersten Bewegungen des Thorax und seiner Organe, außer den im Obigen ausdrücklich genanns

genannten, auch wol noch andere Verhältnisse wirklich mitwirken, wie z. B. namentlich das Gesammtverhältniß der drei großen Höhlen des Körpers und der in ihnen enthaltenen Theile untereinander! —

Eben wegen dieser mannigfaltigen organischen Zusammenwirkung beim ersten Athemholen kann auch dasselbe, wo es bei Neugebornen noch ausbleibt, durch Hülfe der Kunst auf so mancherlei Weise in Gang gebracht werden. Einblasen von Luft, Rütteln des Körpers, Drücken des Unterleibes, Reizung der Nasenhaut, allerlei Hautreize und andere Einwirkungen können die zögernde erste Lebensäußerung erwecken: — und es würde sehr heilsam sein, wenn man in jedem gegebenen Falle bestimmt wüßte, welche Art der Affection gerade hier am sichersten und schnellsten zum Ziele führen würde; obwol es in der Regel am besten sein mag, mehrere zusammenzunehmen.

13.

Ist nun das Gehirn vom Rückenmarke aus beim ersten Einathmen einmal aufgeregt, so wirkt seine Reaction beim ersten Ausathmen auch dahin wieder zurück, und fordert das Rückenmark zu dem Impulse auf, wodurch der Zwerchmuskel auf's Neue in Contraction versetzt und den Lungen Raum gegeben wird, sich wiederum vollständig auszudehnen und das zweite vollkommene Einathmen zu vollbringen. — Daß die ersten Athemzüge überhaupt, zumal bei kräftigen und gehörig lebhaften Kindern, durch Mitwirkung

kung der Willkür sehr befördert und vervollkommnet werden, ist wol um so weniger zu leugnen, da solche Kinder laut genug selbst ihre Stimme erschallen zu lassen pflegen. Jedoch würde ohne den in der Organisation begründeten Mechanismus nothwendig eine solche Unordnung in jenen Bewegungen herrschen müssen, daß dadurch alsbald wieder das Athemholen in's Stocken geriethe; und besonders der, doch gleich anfangs statt findende, regelmäßige Wechsel der Respirationsmomente ist es, was ohne die unwillkürliche Wechselwirkung der dominirenden Organe (vergl. 6.) durchaus unerklärlich wäre. Roose zeigt *) sehr gut, wie wenig man damit ausreichen würde, wenn man sich mit Haller **) auf eine die Willkür anspornende Angst und auf eine (noch nicht gemachte) Erfahrung beriefe.

Für die Bewegung des Zwerchmuskels ist übrigens mit jener Wechselwirkung der dominirenden Centraltheile des Nervensystems noch ein ganz besonderer Vortheil verknüpft, worauf oben (3.) schon hingedeutet wurde. Indem nämlich abwechselnd mit dem Rückenmarke dies verlängerte Mark in die erhöhte Thätigkeit geräth, wodurch es dem zehnten Nervenpaare seinen Impuls ertheilt, wird vom Rückenmarke selbst, die den Zwerchmuskelnerven antreibende Kraft jedesmal hinweggeleitet um sich im verlängerten Marke zu concentriren (vergl. 6.); und dadurch bekommt

der

*) l. c. pag. 123.

**) l. c. pag. 287. 288.

der Zwerchmuskel die Freiheit sich vollständiger als andere der Willkür unterworfene Muskeln, welche durch ihre Nerven beständig in einer gewissen Spannung erhalten werden, wieder auszudehnen und die vollkommene Wölbung zu bilden, wozu sein Bau wie seine Befestigungsart ihn fähig macht. Eine so starke Expansion würde der Zwerchmuskel ohne jene Einrichtung um so weniger haben, da er bei weitem an Elasticität dem Herzen nachsteht, und nicht gleich diesem von Nerven des sympathischen Systems versorgt wird, welche die von ihnen versorgten muskulösen Theile weniger streng gebunden zu halten scheinen.

So erfolgt nun immerfort vermöge jener automatischen Einrichtung das Einathmen von selbst wieder; und es würde regelmäßig und vollständig genug sein, wenn auch nie die Willkür oder irgend eine Modification des Bewustseins sich mit einmischte, und keine consensuelle Nervenwirkung einen Einfluß darauf bekäme. Vielmehr sind die Abweichungen, die z. B. die Affecten oder gewisse den Nervenconsens erregende Reizungen in dem Athemholen hervorbringen, im Ganzen genommen als Störungen desselben zu betrachten. — War während des Verlaufes des Lebens bei Menschen oder bei Thieren (z. B. bei Winterschläfern) die Respirationsbewegung in Stillstand gerathen; so kann sie von eben den verschiedenen Seiten her auf's Neue in Gang gebracht und zunächst also ein neues Einathmen bewirkt wer-

den,

den, wodurch eine solche Anregung auch bei Neugebornen geschieht (vergl. 12.). Doch möchte wol bei anscheinend von selbst erfolgendem Wiedererwachen des suspendirt gewesenen wahrnehmbaren Lebens die wieder eintretende Thätigkeit des Herzens und die neu beginnende Circulation hauptsächlich die Lungen zu ihrer erneuerten Thätigkeit zunächst erwecken; wobei freilich alsbald vom Rückenmarke aus auch der Zwerchmuskel dann wieder angeregt wird. Ein Anderes ist es, wo nicht das organische Leben im Ganzen und an sich, sondern mehr nur das sensorielle (wie bei einer starken Ohnmacht) an dem Stillstande der vitalen Bewegungen schuld war; denn da können heftige Nervenreize vorzüglich viel wirken, indem sie die Gehirntheile und vermittelst derselben auch die davon abhängigen Organe schnell wieder in Thätigkeit versetzen.

14.

Es erhellet schon aus dem Obigen hinlänglich, daß der wesentlichste Reiz für die aufs Athemholen sich beziehende Hirnaction der innere sei, welcher in der sich immer wiederholenden Gegenwirkung der Centralgegend der Zwerchmuskelnerven im Rückenmarke besteht. — Sobald aber einige Athemzüge geschehen sind, und das in den Lungen geröthete und durch die Atmosphäre mit lebhafterer Qualität begabte Blut ins Hirn gelangt, trägt auch dieser accessorische Reiz das Seinige zur Belebung der Reaction des Hirns

auf

auf die Lungen bei (vergl. 8. und 12.). Nach de la Mure (vergl. E. 3.) ist die allererste Bewegung des Hirns (das beim ungebornen Kinde überhaupt keine hat) ein vom ersten Athemzuge und von dem Entschwellen der Venenstämme herrührendes Senken desselben. — Die Theilnahme der Willkür an den ersten Acten der Respirationsbewegung (13. vergl. 11.) scheint auch Das gewissermaßen zu ersetzen, was an Energie dem Automatischen des Vorganges gleich anfangs, bevor hellrothes Blut (überhaupt oder in beträchtlicherer Quantität) in's Hirn gelangt, noch abgeht; und so möchten wol nur bei äußerer Hemmung oder bei Schwäche die ersten Athemzüge ohne willkürliche Unterstützung sein; die hingegen zur Naturregel durchaus gehörte, so irrig es immerhin ist, sie als das Hauptsächlichste bei jenem Vorgange zu betrachten.

Daß ohne die vom Hirne aus vermittelst des herumschweifenden Nerven sollicitirte Contraction der Lungen jedes Ausathmen nur mangelhaft sein könne, ist ebenfalls oben (5. und E. 2.) schon ausführlich dargethan worden; obgleich wir die Hülfe, welche andere Theile dabei leisten (10.), und welche selbst bei gelähmter Lungenbewegung zu noch fortdauerndem aber unvollkommnerem Ausathmen allein hinreichen kann (vergl. 4.), nicht übersehen haben.

Diese für einen vollkommenen und regelmäßigen Fortgang des Athemholens so wichtige selbstthätige Lungencontraction wird also direct vom Hirne aus bewirkt;

bewirkt; uud vom Rückenmarke nur indirect vermittelst der Gegenwirkung desselben gegen die Hirnthätigkeit. — Aber das Rückenmark steht mit demjenigen Nervenpaare, wodurch die Einwirkung des Hirns auf die Lungen geschieht, noch in einem besondern und näheren Zusammenhange, dessen Merkwürdigkeit schon in's Auge gefaßt wurde, als von den Ursprungsstellen und den Verbindungen jener Nerven die Rede war (oben 2.). — Der so sonderbar verlaufende Beinerve nämlich setzt den herumschweifenden Nerven in eine ganz eigene Art von Verbindung, die zwischen andern bloßen Nervenverknüpfungen und zwischen Nervenursprüngen (vergl. 1) so zu sagen das Mittel hält; denn man kann nicht behaupten, daß vermittelst jenes Nerven das zehnte Paar eigentlich vom Rückenmarke entspringe, da er nur eine Zugabe ist und übrigens noch seine besondere Endigung hat; aber auch nicht, daß es durch ihn nur mit andern Rückenmarksnerven verknüpft sei, da sich die Hälfte des Beinerven ja mit jenem Nervenpaare ganz vereinigt. Insbesondere gehen die Fäden des Beinerven nach dieser Vereinigung auch mit zu den Respirationsorganen und namentlich zu der Lunge (vom Kehlkopfe an); aber der n. vagus selbst, der vom Hirne kommt, bleibt in dieser Beziehung doch immer der Hauptnerve, jener andere hingegen ist (wie er ganz richtig genannt wird) nur der Beinerve. Die Lungenbewegung wird also vom Hirne und nicht vom Rückenmarke aus regiert, und doch muß sie von letzterem

aus

aus ebenfalls verändert werden, und zwar mehr geradezu, als es durch jene Gegenwirkung des Rückenmarkes gegen das Hirn (s. oben) geschehen würde. Die Lungenbewegung wird also von Seiten des Rückenmarkes vermittelst des Beinerven nur modificirt. — Nun ist vom Rückenmarke die Inspiration, als das Hauptmoment des Athemholens, abhängig, vom Hirne hingegen geradezu nur die Exspiration (vergl. 5.); denn die Ausdehnung der Lungen bei der Inspiration geschieht ohne Nervenimpuls von selbst (vergl. 10.). Der Beinerve bringt also den herumschweifenden Nerven, als Exspirationsnerven, in ein seine Thätigkeit modificirendes Verhältniß zum Rückenmarke, als dem die Inspiration dominirenden Organe. — Aber der bloße Wechsel von Inspiration und Exspiration wird ja als solcher schon durch das Gegeneinanderwirken des Hirns und des Rückenmarkes (vergl. 6. 12. 13) ohne den Beinerven bewirkt. Wozu muß also dieser sich noch mit einmischen? Eben dieß kann uns seine Bestimmung klarer machen: er bewirkt jenen Wechsel nicht, aber er modificirt ihn, wie seine organischen Verhältnisse es mit sich bringen; das heißt, er regulirt die Thätigkeit des zehnten Nervenpaars, also die Lungencontraction und das Ausathmen, auf eine solche Weise, daß eben dies Ausathmen dem Zustande der Action des Rückenmarkes auf die Zwerchmuskelnerven, also der Beschaffenheit und den Modificationen des Einathmens angemessen wird. — Hieraus läßt sich einsehen, warum nicht umgekehrt auch

eben

eben ein solcher Nerve, als der Beinerve ist, vom Hirne (nämlich dem verlängerten Marke) zum Zwerchmuskelnerven geht; denn wol muß sich das Ausathmen als secundaires Respirationsmoment nach dem Einathmen als dem primairen, aber nicht umgekehrt dieses nach jenem richten und fügen. — Eine solche regulirende Einwirkung des Beinerven mag nun allerdings besonders da eintreten und da von Nutzen sein, wo die Willkür das Einathmen abändert (so wie er den auch schon zu dem vorzugsweise willkürlich bewegten Theile der Luftwege, nämlich den Stimmorganen sich hinbegiebt); aber übrigens spielt bei unwillkürlichen Veränderungen des Athemholens der Beinerve gewiß ebensowol jene Rolle, (so unten II. B.).

15.

Um das ganze Getriebe des bewußtlosen Herganges der gewöhnlichen ruhigen Respirationsbewegung nun desto besser zu übersehen, wollen wir die Hauptpunkte in der Ordnung, wie sie verkettet sind noch einmal kurz zusammenstellen; wobei wir der Inspiration den Vortritt lassen, übrigens aber die Respiration mitten aus dem Lebensverlaufe gleichsam herausreißen, und sie so nehmen, wie sie ist nachdem jene ersten Anstrengungen, womit sie eintrat (vergl. 11 bis 14), schon vorüber sind:

Das Einathmen, als Hauptmoment der Respirationsbewegung (und daher auch als erstes, womit die Lungen ihren gehörigen Platz unter den Organen

eins

einnehmen) beruht von Seiten der Lungen auf deren selbstthätiger Ausdehnung (10.). —

Die gleichzeitig geschehende Zusammenziehung des Zwerchmuskels wird zunächst angefordert durch die Einwirkung der Zwerchmuskelnerven (1.); deren Verknüpfung mit den Lungennerven auf diese antagonistische Bewegung beider Organe einen (untergeordneten) modificirenden Einfluß haben mag. —

Der eigentliche Impuls aber wird den Zwerchmuskelnerven vom Rückenmarke ertheilt (3.) aus dem sie entspringen, und das in demselben Momente auch die Nerven der Zwischenrippenmuskeln unwillkürlich anregt. —

Diese Action des Rückenmarkes macht einen in abwechselndem Steigen und Fallen bestehenden Gegensatz mit der des Hirns (6.), von welcher die Lungennerven ihren Impuls erhalten (4.).

Durch die Einwirkung der Lungennerven vom zehnten Paare wird die Lunge zu ihrer beim Ausathmen eintretenden Zusammenziehung bestimmt (2.); die also vom Hirne ausgeht, worauf aber das Rückenmark durch den Beinerven noch einen besondern regulirenden Einfluß hat (14.). —

Mit der Lungenzusammenziehung erfolgt gleichzeitig die selbstthätige Ausdehnung des Zwerchmuskels (9.) und der Zwischenrippenmuskeln; so wie das durch Elasticität bewirkte Zusammensinken des Thorax (10.) und die Zusammenziehung der Bauchmuskeln; die vom untern (mit der Ursprungsstrecke der Nerven des Zwerch-

muskels und der Intercostalmuskeln wieder im Gegensatze der Thätigkeit stehenden) Theile des Rückenmarkes ausgeht (9.) —

Die zur Zusammenziehung bestimmende Einwirkung des Hirns auf die Lungen beim Ausathmen (5.) wird befördert durch die während des Einathmens vorausgegangene stärkere Aufregung des Hirns durch arteriöses Blut (8). —

Hingegen läßt der Impuls des Hirns auf die Lungennerven desto mehr zum Behuf des Wiedereinathmens (10.) nach, je mehr gerade das Hirn von der Zunahme des venösen und Abnahme des arteriösen Blutes in seinen Gefäßen während des Ausathmens afficirt wird (7.). —

Das Rückenmark wird von dieser beim Ausathmen überwiegenden Venosität weniger getroffen (8); sondern erhält vielmehr bei der hierdurch herabgestimmten Hirnthätigkeit um so mehr jenes Uebergewicht seiner Action, wodurch es den Zwerchmuskel zur Zusammenziehung bringt (3. 5.). —

Aber die überwiegende Arteriosität beim Einathmen afficirt das Rückenmark weniger (8.); und verschafft der Hirnaction um so mehr jenen Ausschlag (6.), woraus der Impuls für's zehnte Nervenpaar zur contractiven Einwirkung auf die Lunge hervorgeht (4. 5.). —

Durch den Thätigkeitszustand, worin die Lunge beim Einathmen ist, reizt sie das Hirn zu der Reaction, wodurch sie zur Zusammenziehung und zum Ausathmen gebracht wird. —

Durch ihren Zustand beim Ausathmen befördert

hins

hingegen die Lunge jenes Nachlassen der Hirnreaction, wodurch sie zur Ausdehnung und zum neuen Einathmen Freiheit bekommt. —

Da der Zwerchmuskel vom Rückenmarke regiert wird, das in der Gegend des Ursprungs seiner Nerven von jener Art der Gefäßeinwirkung unabhängiger ist, so hat auf ihn die dadurch entstehende abwechselnde Veränderung nur indirect, vermittelst des Verhältnisses der Thätigkeit des Rückenmarkes zur Hirnaction, einen bestimmenden Einfluß.

Mit den Centralorganen des Nervensystems ist also eigentlich nur die Lunge in einer wahren den regelmäßigen Wechsel des Athemholens bedingenden Wechselwirkung. Sie röthet, und schärft gleichsam, das Blut, wodurch das Hirn angespornt wird, seine Action auf sie hinabzulenken, und sie läßt in ihrer Ausdehnung beim Einathmen das Blut der venösen Hälfte des Gefäßsystems freier in ihre Gefäßverwickelungen hineinströmen, damit das Hirn von dem Uebermaße solches Blutes sich entledigen und das reizende arteriöse in reichlicherer Menge aufnehmen möge; — sie geräth eben durch die hieraus entspringende Reaction des Hirns in einen Zustand von Zusammengezogenheit, der das dunkle venöse Blut in seinem Fortgange durch ihre Gefäße aufhält, es im venösen Theile des Herzens, in den Halsvenen und den Blutleitern und Venen des Hirns sich ansammeln läßt, und dadurch die Hirnreaction abspannt, damit sich die Lunge wieder ausdehnen könne. — —

Der Zwerchmuskel hingegen ist mit dem Gehirne in ei-

nem solchen Verhältnisse der Wechselthätigkeit keineswe-
ges, sondern steht vielmehr zum Rückenmarke in dem
Verhältnisse einseitiger Abhängigkeit. Jedoch kommt
er vermittelst des gegenseitigen periodischen Wirkens des
Hirns und des Rückenmarkes ebenfalls in eine ange-
messene Verknüpfung mit jener Wechselaction zwischen
Hirn und Lunge; und so wird mittelbar seine Bewe-
gung (auch abgesehen von dem Verhältnisse seiner Ner-
ven zu den damit verknüpften Lungennerven) von den
Lungen aus gewissermaßen regiert. Obgleich also auf
der andern Seite sein dominirender Centraltheil, das
Rückenmark, vermittelst des Beinerven noch einmal
wieder näher in die Thätigkeit der Lungennerven ein-
greift: so ist doch der Zwerchmuskel für sich genom-
men, wenn man den ganzen innern Zusammenhang der
Respirationsbewegung erwägt, in einem durchaus un-
tergeordneten und abhängigen Verhältnisse, trotz seiner
Wichtigkeit für die abwechselnde Erweiterung und Ver-
engerung der Brusthöhle. — — Aber mit der secun-
däre Rolle, die der Zwerchmuskel im Organismus des
Athemholens spielt, stimmt auch seine Entwickelung im
Thierreiche überein: eh' es einen Zwerchmuskel giebt
haben schon Lungen sich gebildet, (deren Bewegung
dann freilich noch nicht so regelmäßig wechselt, vergl.
oben B.); und selbst in der Klasse der Vögel finden
sich statt eines wahren Diaphragma nur erst an die
Anhänge der Lunge gleichsam angeklebte Muskelpar-
tieen. — Das Hauptorgan des Athemholens ist, zu-
mal in dynamischer Hinsicht überhaupt die Lunge (vergl.
10.);

10); und der Zwerchmuskel bleibt immer auch bei solchen Thieren, wo er vollständig ausgebildet ist, nur ein mitwirkender Hülfstheil. Er ist seiner wesentlichen Beschaffenheit nach ein Muskel wie andere Muskeln, nur an die besondere Stelle des Körpers hingelagert, als gleichsam in Schwingungen begriffene Scheidewand zwischen der Brusthöhle und der Unterleibshöhle. Die Lunge hingegen ist ein ganz eigenthümlich organisirtes Eingeweide: das den bei den Insecten über den ganzen Körper verbreiteten Apparat von Luftgefäßen bei den höheren Thieren ersetzt; und durch das ganze wesentliche Verhältniß seiner Thätigkeit zu dem Leben des Nervensystems (vergl. A.) schon in eine solche Beziehung zu diesem gesetzt ist, daß es nicht, wie die Muskeln einseitig davon abhängen kann, sondern so zu sagen nach in gegenseitiger Uebereinkunft damit zusammenwirken muß.

* *

Werfen wir nun noch einmal einen Blick rückwärts auf die vorstehende Untersuchung überhaupt; so zeigt sich, daß die ganze (unter F. begriffene Exposition des organischen Mechanismus des Athemholens als Beweis für die Abhängigkeit der Respirationsbewegung vom Gehirne gar nicht einmal nöthig gewesen wäre, da diese Abhängigkeit schon im Vorhergehenden sich deutlich genug kundgethan hatte.

Zuerst (unter A.) suchten wir nämlich, um uns besser zu orientiren, die allgemeinste Beziehung auf, in

wel-

welcher die Respiration zu der Existenz und Thätigkeit des Nervensystems und seiner Centraltheile steht; wobei wir fanden, daß durch das Thierreich hindurch beide mit einander und für und durch einander zu immer vollkommnerer Ausbildung gelangen. — Ferner bemerkten wir, daß zugleich mit jener höheren Entwickelung des Nervenlebens und der Respiration letztere von der Willkür unabhängiger werde (B.), damit aber aus ihrer Abhängigkeit von der Seelenthätigkeit keineswegs hinausgelange, sondern vielmehr von Seiten des unwillkürlichen Bewustseins einen desto stärkeren Einfluß erfahre (C.). — Hierdurch wurden wir von selbst darauf hingeleitet, daß das Athemholen wol nicht bloß von unwillkürlich wirkender, sondern selbst von bewustloser Thätigkeit des Nervensystems, insbesondere des Gehirns, und folglich nicht vorübergehend sondern regelmäßig und anhaltend, abhängig sein möchte; was sich auch (unter D.) vorzüglich durch die aus krankhaften Zuständen hergenommenen Belege so sehr bewährte, daß wir schon dort (am Schlusse jener Rubrik) keine solche Abhängigkeit als Folgerung aus dem Vorausgegangenen aufstellen konnten.

Um aber den eigentlichen Zusammenhang hiervon besser einzusehen, unterzogen wir (bei E.) die sämmtlichen früheren Forschungen, welche den Zusammenhang des Athemholens und der Gehirnthätigkeit entweder geradezu betrafen, oder doch darauf hinführten, einer kritischen Betrachtung; — und erst als hierdurch der Weg vollends gebahnt war, stellten wir unsere Ansicht von der Zusammenwirkung der Respirationsorgane und

des

des Nervensystems beim Athemholen (unter F.) in ihrem eigenen inneren Zusammenhange auf.

Hierdurch ist nun theils jener Beweis für die Abhängigkeit der Respirationsbewegung von der Gehirnthätigkeit sehr verstärkt worden; theils aber auch die Wirkung der Werkzeuge des Athemholens und namentlich der Lungen, auf den verschiedenen Zustand der Gehirnthätigkeit besser in's Licht getreten; was noch zu manchen anderweitigen Aufklärungen, besonders im Gebiete der Pathologie, behülflich sein wird.

Die Verknüpfungen der verschiedenen Nerven unter einander selbst haben von der Wichtigkeit, die man ihnen sonst für die Erklärung des organischen Mechanismus der Respiration einräumte, sehr Vieles verloren, und sind in ihre Schranken zurückgetreten. Wir werden aber, nachdem ihnen in der falschen der Spielraum beengt ist, in der richtigen Beziehung desto besseren Gebrauch von ihnen machen können.

Ein gewiß nicht unbedeutender Gewinn der obigen Ansicht und (vielleicht für Manche nur zu sehr) ausführlichen Erörterung, ist die Leichtigkeit, mit welcher sich ihr der sonst so räthselhafte Beinerve (nervus ad par vagum accessorius) unterordnet, der nun nicht mehr wie ein Naturspiel, sondern wie ein sehr nützliches und wichtiges Glied jener Kette erscheint.

Es möge uns nämlich hier erlaubt sein, wozu wir auch schon vorhin (15. zu Ende) uns die Freiheit nahmen, noch einmal teleologisch zu sprechen. — Wenn man mit einer aus der Luft gegriffenen Erklärung

klärung des Nutzens organischer Theile Producte und Vorgänge den Anfang, und vielleicht gar auch das Ende, der Untersuchung macht; so ist das freilich höchst tadelnswerth; und die Teleologie hat sich eben hierdurch bekanntermaßen lächerlich genug gemacht. Wenn man aber nach einer sorgfältigen empirischen und rationellen Erörterung nun auch den organischen Zweck betrachtet, warum Dies oder Jenes so und nicht anders sei, und wenn dieser Zweck sich eben aus jener Erörterung schon von selbst giebt: so ist die Teleologie nicht lächerlich und überflüssig, sondern kann sich mit allen Ehren sehen lassen. Ja! man darf dreist behaupten, daß in einer gründlichen Bestimmung der organischen Zwecke die ganze Lehre vom Organismus ihr höchstes Ziel habe, und die physiologische Teleologie die Krone der Physiologie sei. — Daß sich in obiger Ansicht vom Mechanismus des Athemholens das Teleologische überhaupt so ganz von selbst darbietet, dürfte ihr also schwerlich zum Vorwurfe gereichen.

II.

II.

Die consensuellen Verhältnisse der Werkzeuge des Athemholens und die Abweichungen desselben.

Eine Reform des Ganzen muß natürlich Folgen für das Einzelne haben. Wird die Grundansicht des Athemholens verändert, oder vielmehr, wird eine solche gebildet; so können die Erklärungen von einzelnen damit zusammenhängenden Vorgängen oder darin vorkommenden besonderen Modificationen nicht alle dieselben bleiben: — doch wird man sich hüthen müssen, nicht blos der Grundansicht zu Liebe, sondern zu ihrer eigenen wirklichen Verbesserung solche Erklärungen zu ändern, und sie da, wo sie dennoch richtig waren, so wie sie waren lieber stehen zu lassen.

Ist die Betrachtung des Hauptvorganges gründlich und der Natur angemessen, so muß sie in der des Einzelnen sich gleichsam spiegeln; sie muß diese mehr als bisher geschehen war, erläutern, und umgekehrt selbst dadurch bestätigt werden. — Man hielt sich bei der Untersuchung der Abweichungen des Athemholens entweder zu sehr bloß an die consensuellen Verknüpfungen der Respirationsorgane, oder gar nach Haller's Vorgange nur an den Willenseinfluß.

fluß. Selbst die neueste Ausgabe von Hildebrandt's Lehrbuche der Physiologie beruft, indem sie übrigens bloß Beschreibungen jener Abweichungen liefert, und einer hinzukommenden Reizung nur ein paar Male im Vorbeigehn erwähnt, sich im Wesentlichen durchaus auf die Willkür; ungeachtet der Ungrund hiervon schon überzeugend genug von Andern dargethan war, und nichts so sehr als gerade die Abweichungen des Athemholens geeignet ist, uns die Augen darüber zu öffnen. Denn eben sie sind grostentheils von der Art, daß sie ohne den Willen nicht nur geschehen, sondern ihm (zuweilen mit übermindlicher Kraft) sogar widerstreben; und daß die Deutlichkeit gerade, mit welcher ihr Automatisches sich von dem abändernden, erregenden oder hemmenden Einflusse der Willkür bei ihnen unterscheiden läßt, für die innere unwillkürliche Nothwendigkeit ihres Entstehens den besten Beleg liefert.

Was aber die consensuellen Verhältnisse der Athmungswerkzeuge betrifft; so läßt sich nicht leugnen; daß diese gerade bei den Abweichungen am meisten in Kraft treten und für die Erklärung am wichtigsten sind. Jedoch wird das Grundverhältniß des Athemholens (s. I.) theils immer dabei wenigstens angeregt; und theils giebt es selbst unter den Abweichungen solche, die es sogar vorzugsweise in Anspruch nehmen, und wobei umgekehrt die untergeordneten Verknüpfungen nur nebenher angeregt und afficirt werden: wovon man sich schon im Voraus

aus

mehrern weiter oben vorgetragenen Bemerkungen (s. u. a. I. C. u. D.) überzeugen kann.

Wir wollen jetzt zunächst die verschiedenen Berührungspunkte, von denen aus die Bewegung der Werkzeuge des Athemholens abweichend verändert werden kann, in eine kurze Uebersicht bringen, und alsdann mehr in's Einzelne gehen.

A. Die Verknüpfungen der Respirationsorgane im Allgemeinen.

Die Respirationsbewegung kann erstlich von eben dem Orte aus verändert werden, von welchem aus ihr Mechanismus überhaupt beherrscht wird, und dieser Ort ist, wie wir (I. F.) gesehen haben, das Centralorgan des höhern Nervensystems, das Gehirn, welches Hirn und Rückenmark unter sich begreift. — Der zunächst das Athemholen angehende Theil des Hirns ist nun zwar insbesondere das verlängerte Mark, da aus ihm das zehnte Nervenpaar entspringt; doch kann die Veränderung der Action und des Lebenszustandes anderer damit verknüpfter Theile, und überhaupt des ganzen übrigen Hirns, mittelbar ebenfalls auf das Athemholen wirken. — Eine solche abändernde Einwirkung kann unwillkürlich sein, und es mögen wol mehrere der unwillkürlichen Abweichungen des Athemholens in einer Veränderung entweder nur der bewußtlosen Hirnaction ihren tieferen Grund haben; oder auch in der mit Bewußtsein verknüpften,

und

und dennoch auf eben so unwillkürliche Art. — Jede Veränderung des Athemholens aber, die eigends durch Willenseinfluß geschieht, muß immer vom Sensorium ausgehen, d. h. vom Gehirne; sie kann von keinem andern mit den Werkzeugen des Athemholens verknüpften Theile der Organisation, ja selbst von keinem andern Theile des Nervensystems herrühren; wenigstens nicht ohne daß die im Sensorium wirkende Willkür mit in's Spiel gezogen wird. Es wäre überflüssig, von dieser in der Physiologie so anerkannten Wahrheit hier mit Mehrerem zu reden.

Eine zweite für die Abweichungen des Athemholens wichtige Verknüpfung seiner Werkzeuge ist die mit dem Herzen. — So wie das Hirn, das durch Nerven die Lunge regiert, vermittelst der Gefäße von dieser in gewissem Maße abhängt (I. F. 15.); so ist wieder die Lunge ebenfalls durch Gefäße in einer gewissen Abhängigkeit von dem Herzen; welche aber mehr Wechselseitigkeit hat, als jene des Hirns von der Lunge, da von dieser als dem Organe des kleinen Kreislaufes auch das Herz wieder einen durch Gefäße vermittelten Impuls bekommt. — Diese Gefäßverbindung zwischen dem Herzen und den Respirationsorganen scheint für den directen Zusammenhang ihrer Functionen größere Wichtigkeit zu haben, als eine etwa darauf sich beziehende Nervenverbindung. Denn die Herzgeflechte vom sympathischen Systeme sind mit den die Lungengeflechte bildenden herumschweifenden Nerven nur auf die Weise verknüpft,

daß

daß diese zu jenen mit beitragen; woraus also eher neben der großen Abhängigkeit der Lungen auch einige des Herzens von der Hirnaction, als ein mächtiger Einfluß auf die Lungennerven von den Herznerven hervorgehen kann. Mit eben jenen Herzgeflechten stehen die Zwerchmuskelnerven in gar keiner besondern Verbindung; es müßte denn sein, daß man die durch die unteren Halsnerven vermittelte dafür ansehen wollte, welche zu den Herzgeflechten und zugleich zu den Zwerchmuskelnerven durch einige Fäden beitragen. Jedoch sind allerdings letztere sowohl als die herumschweifenden Nerven mit dem oberen Theile des großen Ganglienstranges (n. sympath. magn.) in Verknüpfung gesetzt.

Ferner können die Respirationsorgane von den Eingeweiden des Unterleibes afficirt und in ihrer Thätigkeit verändert werden. — Die Zwerchmuskelnerven sowol als die herumschweifenden oder Lungen-Nerven begeben sich mit ihrer Endverzweigung bis in die Bauchhöhle hinab, wo sie in die Eingeweide der obern Gegend derselben sich verlieren, und theils unter einander, theils mit dem dort befindlichen Ganglliengewebe sich mehrfach verknüpfen. — Vermittelst dieser Endverzweigung ihrer Nerven können nur Zwerchmuskel und Lungen besonders vom Magen und der Leber, so wie vom großen Bauchgeflechte (plexus coeliacus) her ohne anderweitige Vermittelung afficirt werden. — Außerdem steht der Zwerchmuskel vielleicht in einer Art von Sympathie mit den Bauch-

eins

eingeweiden durch das Bauchfell, welches von seiner untern Fläche an dieselben übergeht; und so mit den Lungen durch die von seiner obern Fläche daran übergehenden Brusthautsäcke. — — Der große Hauptgegensatz zwischen der Brusthöhle nebst ihren Eingeweiden und der Kopfhöhle und Bauchhöhle im Ganzen ist übrigens nicht aus der Acht zu lassen. Freilich läßt er sich in die angeführten specielleren Gegensätze gewissermaßen zerlegen; jedoch hat er außerdem auch in seiner Gesammtheit allerdings seine Realität, (worüber besonders Döllinger nachzusehen ist, obwol er zu viel darauf geben mochte). Nicht jeder Zusammenhang organischer Thätigkeit läßt sich aus einzelnen nähern Verknüpfungen (namentlich durch Nerven, Gefäße, oder Häute) individuell herleiten. Es giebt Züge von organischen Actionen überhaupt, in dem Sinne wie Darwin Züge von Bewegungen annahm. Einen solchen Thätigkeitszug stellen z. B. die sämmtlichen Fortpflanzungswerkzeuge dar, und es beruht darauf die Sympathie zwischen den weiblichen Brüsten und dem Uterus; — einen ähnlichen, aber das Individuum als solches angehenden, bildet mehr im Großen der gesammte Inhalt der Kopf- (und Rückgrats-) höhle, der Bauchhöhle, und der beide vermittelnden Brusthöhle.

Trotz dem muß man, um mit den Abweichungen des Athemholens besser in's Klare zu kommen, außer den vorhin angeführten mit dem Gehirne dem Herzen und den Baucheingeweiden mehrere theils noch

speciellere, theils entferntere Verknüpfungen zu Rathe ziehen: —

Der Verknüpfung der herumschweifenden Nerven und Zwerchmuskelnerven theils unter einander und theils mit dem großen Ganglienstrange (dem sympathischen Nerven) ist schon oben (I. F. 1 und 2) Erwähnung geschehen. — Daß und warum namentlich von der Verbindung der zu den Lungen und dem Zwerchmuskel gehenden Nerven der Mechanismus des Athemholens nicht abhängen könne, wurde dort auch bereits gezeigt. Die in der Bauchhöhle geschehende ist die stärkste, und (besonders an der rechten Seite, wo überhaupt die Athmungswerkzeuge gleichsam sorgfältiger ausgebildet sind) auch die beständigste. In der Brusthöhle selbst verbinden sich jene Nerven gar nicht mit einander; und ihre Verknüpfung weiter oben kann zwar wol gewisse Nebenerscheinungen vermitteln, aber nicht das Hauptphänomen des Respirationswechsels, da sie in einigen Individuen auf andere Art geschieht, und in einigen (falls sie nicht zuweilen gar fehlen sollte) doch viel schwächer ist als in andern.

Die herumschweifenden oder Lungen-Nerven, welche das zehnte Hirnnervenpaar bilden, haben ferner durch Zweige Gemeinschaft mit den Zungenschlundskopfsnerven (dem neunten Paare), den Zungenfleischnerven (dem elften Paare) und den Antlitznerven (dem siebenten Paare der Hirnnerven); wovon besonders letztere wieder so genau und vielfach mit den

Nerven vom fünften Paare verknüpft sind, daß hierdurch mit eben diesen auch die herumschweifenden Nerven in eine zwar mittelbare, aber doch gewiß einflußreiche Verbindung kommen. — Der Zwerchmuskelnerve, welcher durch seinen Ursprung aus den Halsnerven ein Rückenmarksnerve ist (I. F. 1), wird durch die Halsnerven mit dem siebenten (und durch dieses mit dem fünften) Hirnnervenpaare in Verbindung gesetzt, und pflegt mit dem elften geradezu in einer solchen zu stehen. — Der große Ganglienstrang (sympathische Nerv) hat aber durch sein mit den Nerven der Respirationsorgane verknüpftes Halsstück zugleich Gemeinschaft mit allen den genannten Hirnnervenpaaren, besonders auch mit dem fünften, und durch dieses so wie durch das sechste mit den Augennerven. —

Auch die Gemeinschaftlichkeit der Centralgegend jener Hirnnervenpaare verdient Aufmerksamkeit. Sichtlich aus dem verlängerten Marke tritt außer dem zehnten auch das neunte und elfte Paar hervor. Der Ursprung des siebenten, und mit ihm der eigentlichen Hörnerven, ist wenigstens dem Anscheine nach ebenfalls in der Nähe; und selbst das fünfte Nervenpaar wurde schon bis in's verlängerte Mark, nämlich bis zu den Olivenkörpern verfolgt *).

Ein besonderes Gewicht endlich müssen wir noch auf die Verknüpfung zwischen dem großen Ganglienstrange

*) G. H. Niemeyer de origine paris quinti nervorum cerebri. Halae 1812.

strange und den Halsnerven und sämmtlichen Rückenmarksnerven, so wie überhaupt zwischen den gesammten Cerebralsysteme und sympathischen Systeme legen. Doch ist offenbar die zwischen letzterem und dem Rückenmarke viel näher und stärker, als die zwischen ihm und dem Hirne; denn die Knoten des großen Ganglienstranges hängen durch kurze und starke Verbindungszweige mit den aus der Wirbelsäule hervorkommenden Nerven nahe an ihrem Abgange vom Rückenmarke, zusammen; mit dem Hirnnerven ist aber, abgesehen von entfernteren Nervenverflechtungen, nur der oberste Halsknoten (durch seine beiden sogenannten Wurzeln vom fünften und sechsten Hirnnervenpaare) verknüpft. — Die Beziehung aber, in welcher wir die Verknüpfung zwischen dem Gangliensysteme und den Centraltheilen des Cerebralsystems hier so wichtig nehmen, ist eben die, welche demselben Centraltheile als Lenkern des Mechanismus der Respirationsbewegung (I. F.) eigen ist, und welche daher ihre Verknüpfungen mit dem sympathischen Systeme auf die Abweichungen des Athemholens haben können.

Alle die hier angeführten Verknüpfungen und Verhältnisse der Werkzeuge des Athemholens kommen nun mehr oder weniger theils bei den Abweichungen der Respirationsbewegung selbst, theils bei gewissen damit verknüpften Vorgängen und Phänomenen in Anregung; wie die nachfolgende speciellere Betrachtung zeigen wird. — Bei dieser beziehe ich mich auf das eben Gesagte ohne immer ausdrücklich darauf

hinzuweisen. Auch habe ich die verschiedenen Bemerkungen in Haller's, Autenrieth's, Döllinger's und Walther's schon angeführten Werken zu Rathe gezogen, die ich ebenfalls der Kürze wegen nicht an jeder einzelnen Stelle anführen werde; ferner alle die Stellen in Sömmerring's Nervenlehre, die ich in meinem Lehrbuche der Physiologie bei den Abweichungen des Athemholens citirt habe; und endlich auch die Expisition der Physiologie von Görres, namentlich die daselbst (Seite 265. flg. u. 325. flg.) über die uns hier interessirenden Nervenpaare angestellten sinnreichen vergleichenden Betrachtungen. Ueberhaupt verdient die letztgenannte Schrift eine ernstlichere Benutzung, als ihr bisher zu Theil geworden ist; und wenn der Verfasser derselben trotz seiner Vorrede es den ersteren Denkern verzeihen muß, wenn sie zu wissenschaftlichem Gebrauch das Poetische von seinen Aeußerungen abstreifen, so werden Diese hingegen wohl thun, sich durch eine solche Schale von dem Kerne nicht zurückschrecken zu lassen.

B. Bald vorübergehende Abweichungen der Respirationsbewegung.

Zur bessern Uebersicht ist es rathsam, die besonderen Modificationen des Athemholens unter zwei Abtheilungen zu bringen. Wir wollen daher in dieser ersten diejenigen betrachten, welche nur eine kurze Zeit anhalten, und wovon wenigstens jeder Act

für

für sich genommen nur momentan ist, also Husten, Niesen u. s. w. (die eigentlichen von Haller sogenannten species rariores respirationis); bei der folgenden Rubrik sollen dann die für die Theorie wichtigsten der in der Regel längerdauernden zur Sprache kommen. — Die ersteren sind von der Art, daß sie noch zum Zustande der Gesundheit im weiteren Sinne gehören; wir hätten sie also insgesammt auch in physiologische und pathologische eintheilen können. Da es aber passender war, z. B. die Abweichung des Athemholens im Schlafe, der doch an sich ein physiologischer Zustand ist, mit den übrigen längerdauernden zusammenzustellen; so mußte obige Eintheilungsweise vorgezogen werden. — Die momentanen Abweichungen stellen wir jetzt so zusammen, wie sie sich wechselseitig am besten erläutern.

1. Das Seufzen.

Ganz besonders leicht pflegt in physiologischen Schriften, das Seufzen (suspirium) abgefertigt zu werden; worüber man ein Mehreres eben nicht erfährt, als daß es auf Veranlassung trauriger Gemüthsstimmungen und eines gewissen Gefühls von Beklommenheit der Brust hervorgebracht (also durch die Willkür bewirkt) werde. — Das wirkliche Vorkommen eines willkürlichen Seufzens wollen wir nun zwar nicht leugnen; wir reden aber hier zunächst von dem unwillkürlichen, offenbar nur aus einem innern Zwange hervorgehenden, das sogar in gewissen fast

bewußt-

bewußtlosen Zuständen, und in solchen wo die Willkürlichkeit der organischen Actionen gerade sehr auffallend fehlt, sich ereignen kann.

In Hinsicht auf die Respirationsbewegung selbst ist ein Seufzer eine plötzlich zwischentretende lange (aber ziemlich sanfte) Inspiration. Denn eine hierauf folgende lange Exspiration gehört nicht zu seinem Wesentlichen sondern fehlt sehr oft, und ist wo sie eintritt mehr zufällig.

Da die Zusammenziehung des Zwerchmuskels und der Intercostalmuskeln, worin das Einathmen mechanisch hauptsächlich besteht, vom Rückenmarke aus bewirkt wird (I. F. 1. 3. 5.); so muß jenes gleichsam abgesonderte tiefe Einathmen aus einem besonders hervortretenden Ueberwiegen der Rückenmarksaction entspringen. Dies verträgt sich auch wirklich sehr gut schon mit der gewöhnlichsten Entstehungsart des Seufzers; indem er nämlich ein Ausdruck trauriger Gemüthsstimmung ist; wobei die Hirnaction sich in einem gewissen Schwächezustande oder doch in einer ihr freies Nachaußenwirken störenden Abweichung befindet. Ist von dieser zunächst freilich im Bewußtsein vorgehenden Verstimmung auch die bewußtlose Hirnaction einmal bis zu einem gewissen Grade afficirt; so tritt die schnell dazwischenkommende Reaction des Rückenmarkes, dessen Antagonismus gegen die Hirnaction ohnehin immer fortwährt (I. F. 6.) ganz von selbst ein; und es erfolgt ein Seufzer ohne alles Zuthun der Willkür. Das Hirn wird dabei von dem

Gegen-

Gegenwirken des Rückenmarkes in der Einwirkung auf's zehnte Nervenpaar, welche beim Ausathmen statt findet (I. F. 2. 4. 5.) sogar unterbrochen; die eben im Gange gewesene Exspiration konnte nicht vollendet werden. Daher tritt sie zuweilen, da doch einmal die Tendenz zu ihrer Vollendung statt fand, noch einmal zwischen, so daß das Einathmen beim ersten Anfange des Seufzers stoßweise geschieht; oder, was in den meisten Fällen vorkommt, der Ueberrest der unterbrochenen Exspiration verstärkt gleichsam nach beendigter Inspiration die darauf folgende, so daß diese kürzer, aber zugleich mit einer gewissen Heftigkeit verknüpft, ist. Doch konnte die Hirnaction so bedeutend abgespannt sein, daß auch dies nicht einmal, sondern eine lange Exspiration erfolgt, die dann als mühsam aus Schwäche zu betrachten ist (vergl. I. F. 5.).

Durch das Nachlassen der Einwirkung der Lungennerven wird beim eintretenden Seufzen mit der alsdann erfolgenden Zusammenziehung des Zwerchmuskels zugleich der Lunge Freiheit gegeben sich auszudehnen (vergl. I. F. 10.). Das Blut kann nun aus dem Herzen, welches bei jener Gemüthsstimmung ermattet und überfüllt zu sein pflegt, leichter in sie hineingetrieben werden; der kleine Kreislauf wird dann überhaupt wieder belebt und die Beklommenheit läßt nach. —

Wenn eben diese Trägheit im kleinen Kreislaufe (und im Athmungsgeschäfte überhaupt) die Lungen-

nerven

nerven auf eine unangenehme und störende Weise afficirt; so theilen sie diese Affection dem Hirne mit, das alsdann ebenfalls negativ gestimmt wird und in seiner Reaction für einen Augenblick nachläßt, wofür dann sogleich jene des Rückenmarkes überwiegend eintritt. — Hieraus kann ein unwillkürliches Seufzen geradezu von den Brusteingeweiden her sich entwickeln; und dieser Zusammenhang mag auch bei den aus trüber Gemüthsstimmung entstehenden immer mit in's Spiel kommen. —

Wenn die Beklommenheit der Brust eine besondere Aufmerksamkeit der Seele erweckt, so entsteht in dieser ein Drang durch starkes Einathmen jene zu heben; und so erfolgt bei ohnehin schon statt findender Disposition hierzu ein Seufzen mit Hülfe der Willkür; die freilich sehr oft mitwirkt, sehr oft aber auch nicht.

In gewissen Fällen ist beim Seufzen die gesteigerte Action des Rückenmarkes sogar Das wovon der ganze Vorgang ausgeht. Von dieser Art ist das Seufzen im zoomagnetischen Zustande (vergl. I. D.); welches erfolgt, wenn der sich anhäufende Strom jenes belebenden Agens, das diesen Zustand vermittelt, in dem (wie oben (A.) erinnert wurde) mit dem Gangliensysteme am genauesten verknüpften Rückenmarke eben eine neue und ungewöhnlich starke Aufregung hervorbringt. Hysterische Frauenzimmer erwachen, wie auch Haller bemerkt, mit einem Seufzer aus langen Ohnmachten; also wenn sie sich dar-

aus

aus erholen, der Strom der Lebensgeister (sit venia verbo) wieder in Gang kommt und dann ähnliche Verhältnisse und Wirkungen obwalten, wie beim eigentlichen zoomagnetischen Zustande, zu welchem ja Hysterische auch vor allen die ausgezeichnetste Disposition haben; (was die Skeptiker über diesen Punkt aus ihrer Empfindelei und exaltirten Einbildungskraft, die besser Unterrichteten aber aus ihrem physischen Zustande und der jenseit alles Bewustseins und aller Willkür liegenden Verstimmung ihrer Nerventhätigkeit herleiten).

Die Störung der gewöhnlichen Thätigkeit der Nerven des zehnten Paares, welche beim Seufzen in Betracht kommt, hat gewöhnlich in ihnen nur eine das Nachlassen ihrer gehörigen Reaction bewirkende Abspannung zur Folge, und das Ausathmen geschieht nun doch nach vollbrachter Inspiration ohne eine auffallende Abweichung. Zuweilen aber ist, besonders bei heftigem Affect deprimirender Art, eben jenes Nervenpaar in einem mehr krampfhaften Zustande; dann wird davon beim Ausathmen insbesondere die Umgebung der Stimmritze, auf eine der Willkür nur einige Mitwirkung erlaubende Weise, afficirt; und das Seufzen verwandelt sich in das durch einen kläglichen Ton beim Ausathmen sich kenntlich machende Aechzen.

2. Das Gähnen.

Mit dem Seufzen stimmt als lange anhaltende Inspiration das Gähnen (oscitatio) zwar zusammen,

men, doch unterscheiden sich beide nicht bloß im Aeußerlichen, sondern gar sehr auch im Innern und Wesentlichen; wie sich schon daraus abnehmen läßt, daß das Seufzen durch die Willkür fast allein hervorgebracht, auch mit großer Leichtigkeit verhindert werden kann, welches beides beim Gähnen (wenn vom wirklichen und nicht vom bloß verstellten die Rede ist) keinesweges statt findet. — Auch folgt auf eine Inspiration, die noch länger und viel stärker ist als beim Seufzen, regelmäßig bei dem Gähnen eine lange und starke Exspiration, welche zum Wesentlichen des Seufzens nicht gehört (s. 1.).

Das Gähnen ist überhaupt ein Vorgang, der viel weiter in der Organisation um sich greift; — es hat so zu sagen ein größeres Gebiet und nimmt eine beträchtlichere Summe von Kräften der Lebenswerkzeuge in Anspruch. Das gewaltsame Aufsperren des Mundes mit hinaufgezogener Gaumendecke und zurückgezogener Zunge beim Einathmen, und die kräftige Verschließung der Mundtheile mit dem nachfolgenden Ausathmen gehören, wenn das Gähnen vollständig ist, durchaus mit dazu; und sehr leicht vergesellschaftet sich mit ihm auch jenes wohlbehagliche Recken der Glieder und des Rumpfes; so wie überhaupt ein eigenes wohlbehagliches Gefühl schon das Gähnen selbst oft begleitet. — Wie viel mehrere Theile des Körpers als beim Seufzen müssen also nicht beim Gähnen in Aufregung gesetzt werden!

Um besser auf die Spur zu kommen, wollen wir zunächst das Gähnen in seiner gewöhnlichsten Erscheinungsweise, nämlich als Begleiter der Müdigkeit betrachten, so wie uns vorhin das Seufzen als Begleiter trauriger Affecten am besten deutlich wurde. — Bei der Müdigkeit ist ohne Zweifel die Hirnaction in einer gewissen Abspannung; und daraus ließe sich das Nachlassen der die Exspiration anfordernden Nerventhätigkeit, so wie das Ueberwiegen der auf die Inspiration hinwirkenden Thätigkeit des Rückenmarkes leicht herleiten (vergl. 1.). Dann wäre aber die Frage: warum unter so bewandten Umständen nicht ein Seufzen, und warum gerade ein Gähnen erfolge? — Wir müssen also unsere Aufmerksamkeit weiter, auf Das richten, was bei letzterem außerdem noch in's Spiel kommen könnte, ohne jedoch das Nervensystem, von welchem nun einmal die Rede ist, sogleich zu verlassen; — und da dringt es sich von selbst auf, daß ja bei der Müdigkeit das sympathische System zum höheren Nervensysteme in ein anderes Verhältniß tritt, als worin es beim vollkommenen Wachen war. Wir sagen ausdrücklich: in ein anderes Verhältniß tritt; und nicht: in einem andern Verhältnisse ist. Denn dies Bleiben und Feststehen des gegenseitigen Zustandes findet zwar wol beim wirklichen Schlafe; aber noch nicht bei der Müdigkeit statt, die eben in einem Schwanken zwischen Wachen und Schlafen und folglich auch in einem Schwanken zwischen dem zu dem einen und dem zu

dem

dem andern gehörigen Zustande und innere Gesammtverhältnisse des Nervensystems ist. — Das sympathische oder Gangliensystem ist bestrebt, das Uebergewicht, womit es während des Schlafes (wie die Physiologie sattsam erwiesen hat) in der That wirkt, zu fixiren; das Cerebralsystem aber ist noch energisch genug, jenem Uebergewichte zu widerstreben, und so sind Cerebralthätigkeit und Ganglienthätigkeit (man erlaube der Kürze wegen diese leicht verständlichen Ausdrücke!) in einem Kampfe begriffen, aus welchem das Gähnen eben hervorgeht. — Zunächst wird nämlich das Rückenmark, das überhaupt mit dem Gangliensysteme in der stärksten Verknüpfung und Wechselwirkung steht (vergl. A.), durch dessen anwachsende Thätigkeit irritirt; es reagirt also auch zunächst. Die Folge seiner gewaltsam aufgeregten Thätigkeit ist vermittelst deren Rückwirkung auf die Nerven des Zwerchmuskels und der Zwischenrippenmuskeln (vergl. I. F. 1. u. 3.) jenes plötzliche starke Einathmen, womit das Gähnen anhebt; welches natürlich kräftiger sein muß, als das beim Seufzen, weil bei diesem nur durch die gestörte Hirnaction (s. 1.) hier aber zugleich durch das verstärkte Einwirken des Gangliensystems das Uebergewicht der Action des Rückenmarkes entsteht. — Letztere regt nun (und zwar eben wegen dieser besondern Stärke mehr als beim Seufzen) auch das Hirn wieder an zu seiner Reaction auf die Lungennerven (vergl. I. F. 6. 12. 14. u. 4.), und es erfolgt hauptsächlich durch diese das zum Gähnen mit gehö-

rende

rende starke Ausathmen (vergl. I. F. 5.), wobei aber zugleich auch der unterste dem verlängerten Marke in seiner Action entsprechende Theil des Rückenmarkes eine kräftige Zusammenziehung der Bauchmuskeln bewirkt (vergl. I. F. 9.). — So kann das Gähnen mehrmals bald nach einander wiederholt werden, bis endlich das Vorwalten der Ganglienaction im Organismus durch gehöriges Nachgeben der Cerebralaction bestimmter und anhaltender geworden ist, und auf die Müdigkeit das Einschlafen folgt. Erhält man sich mit Gewalt wach, ohne daß zugleich die Cerebralaction übrigens neue Energie und Lebhaftigkeit gewinnt, so wird vermöge jener immer wiederholten Gegeneinanderwirkung der Cerebralaction und Ganglienaction das Athmen fast in ein ewiges Gähnen verwandelt; was auch bei gewissen andern Zuständen, besonders krampfhafter Art, vorkommt. Die Willkür kann alsdann nur das äußerlich Auffallende des Vorganges aber nicht ihn selbst beseitigen. —

Warum man im Schlafe nicht gähnt, das ist hieraus von selbst klar. (Vergl. auch unten II. C. 2.) — Für das Gähnen nach dem Erwachen liegt der Grund in demselben inneren Verhältnisse, nur ist die Ordnung umgekehrt. Die Cerebralaction sucht sich alsdann wieder zu emancipiren, kommt aber wegen noch zu starken Widerstrebens der Ganglienaction nicht sogleich zum Zwecke; es entsteht dieselbe Wechselwirkung, dasselbe Resultat. —

Ein

Ein mehrmal wiederholtes Gähnen bemerkt man sehr gewöhnlich auch bei magnetisirten Personen vor und nach ihrem Schlafe, und zwar (vorzüglich bei sehr krampfhafter Beschaffenheit) besonders gewaltsam und häufig vor demselben. — Für Die, welche den Zoomagnetismus kennen, und von der Entstehungsweise des magnetischen Schlafes eine richtige Ansicht haben, bedarf dies hier keiner weiteren Erläuterung. — Das Gähnen hysterischer Frauenzimmer vor und nach einem convulsivischen Paroxismus schließt sich hier von selbst an (vergl. 1.); auch bei ihnen geht ja dieser ganze Tumult von regelwidriger Exaltation der Ganglienthätigkeit, besonders im Sexualsysteme aus. — Das Gähnen der Wechselfieberkranken im Stadium des Frostes ist von ähnlichem Ursprunge, wie man deutlich einsehen wird, wenn man das Wesentliche des Wechselfiebers als eines Nervenfiebers des sympathischen Systems erst besser erkannt haben wird, (ein Gegenstand, der mich hier zu weit ablenken würde, den ich aber in meinen pathologischen Untersuchungen theils schon auseinander gesetzt habe, theils in einem folgenden Bande noch specieller darzuthun willens bin). — Das Gähnen beim Heißhunger besonders bei dem durch Anstrengung in der Kälte entstehenden, läßt ebenfalls seinen Ursprung in einer krankhaften Reizung des sympathischen Systems, wobei zugleich das Cerebralsystem abgespannt ist erkennen. — Ueberhaupt tritt bei hungrigem Magen und einer damit sympathisirenden Seelenstimmung auch ohne Kälte

eben so leicht Gähnen ein, als durch bloßes Kaltsein ohne Hunger. Schon die Kälte an sich giebt aber bekanntlich dem sympathischen Systeme, und mit ihm der Venosität, ein großes Uebergewicht im Organismus, indem sie zugleich das Cerebralsystem abspannt; die Müdigkeit in der Kälte und das Gähnen in derselben haben also gleichen Grund.

Bis hier haben wir nun das Gähnen hauptsächlich vom niedern Nervensysteme her untersucht. Sein Verhältniß zum höhern muß aber auch genauer betrachtet werden. Man hat sich sonst im Ganzen zu einseitig an die Veranlassung des Gähnens gehalten, die in einem gewissen leeren oder faden Seelenzustande besteht, und man warf dann mit der Langenweile die Müdigkeit so zu sagen in einen Topf. Indeß kann, wie einige der angeführten Beispiele lehren, das Gähnen ohne Langeweile und selbst ohne Müdigkeit entstehen, wenn es durch den inneren Zwang, der in den angegebenen Verhältnissen liegt, hervorgerufen wird. Allerdings aber mag, falls dieser Zwang auch nicht gerade bedeutend ist, das Gähnen doch in dem genannten Seelenzustande eine große Begünstigung finden, so daß dieser gleichsam ersetzt, was an jenem abgeht. — Insofern nämlich das Hirn, als Organ der höheren Seelenthätigkeit (somit zugleich als Organ der Langenweile) in einer immerwährenden Wechselwirkung mit dem Gangliensysteme steht, kann das Nachlassen der Action in jenem eine Steigerung derselben in diesem herbeilocken. Der Nerv aber der

jene

jene Wechselwirkung hauptsächlich vermittelt ist der herumschweifende, durch den folglich auch das Nachlassen der Hirnaction im Gangliensysteme hauptsächlich zur Perception kommt; und da eben der Nerve zugleich Lungennerve ist, so wird durch seine Abspannung in demselben Momente der Lunge Freiheit gegeben sich auszudehnen, wie es beim Einathmen geschehen muß. Zugleich aber reizt die gesteigerte Ganglienaction das Rückenmark, dem Zwerchmuskelnerven seinen Impuls zur contractiven Einwirkung auf's Diaphragma zu geben. — Und so hätten wir im Allgemeinen die Entstehung des Gähnens durch primäre Affection des Hirns und durch Herabstimmung der mit Bewustsein verknüpften (und mittelbar der bewustlosen) Seelenthätigkeit. —

Aber findet nicht auch beim Seufzen eine Herabstimmung der Hirnaction statt? und warum entsteht dabei nicht entweder immer Gähnen, oder immer Seufzen? — Zuerst erwiedern wir hierauf, daß der Seelenzustand, den das Seufzen zu begleiten pflegt (vergl. 1.), zwar wol gewissermassen eine Herabstimmung genannt werden darf, aber keine solche Abspannung ist wie der, welcher das Gähnen zuwege bringt. Bei einem traurigen Affecte hat vielmehr die Seele genug Beschäftigung, nämlich eben mit dem Gegenstande jenes Affects; und das Deprimirende bei solchen Affecten besteht (wie ich in meinen pathologischen Untersuchungen, Bd. 1. S. 210. gezeigt habe) nicht in einer Negation von Thätigkeit, sondern in einer

vers

verkehrten Richtung und regelwidrigen Stimmung derselben; deren sehr reelle Wirkungen sogar dem Ganglienſysteme und den ihm untergeordneten Organen von oben herab aufgedrungen werden können. Das Ganglienſystem bekommt also dabei keinesweges jene Gelegenheit sich aufzulehnen, wie bei wirklicher Abspannung der Hirnaction. Nicht leicht wird aber auch Jemand, der in Affect ist, gähnen, soviel er immerhin seufzen mag. —

Kann indeß nicht ebensowol wie das Gähnen auch das Seufzen durch eiue primäre Affection des Rückenmarkes vom Ganglienſysteme aus hervorgebracht werden? — Allerdings (vergl. 1); aber wenn z. B. eine magnetiſirte Person (oder eine andere in ähnlichem Zustande befindliche) seufzt, so ist die Art der Affection des Rückenmarks eine ganz andere, als wenn eine solche Person gähnt. Im letztern Falle findet eine antagoniſtiſche Gegeneinanderwirkung beider Theile des Nervenſystems statt (ſ. oben); im erstern hingegen ist dieſer Kampf schon aufgehoben und das Rückenmark wird nur innerlich durch die in ihm geſchehene Anhäufung von belebenden Fluidum stärker erregt; — so daß eben deswegen eine magnetiſirte Person bei, nach dem Halbſchlafe eintretendem, vollkommenen Schlafe und in demſelben und in der völligen Kriſe zwar wol unwillkürlich seufzt, aber nicht gähnt; und daß es für ein solches Seufzen gleichgültig ist, ob der Strom des Nervenfluidums das Rückenmark vom Ganglienſysteme oder vom Hirne her trifft, da bei

dem, das Erwachen aus dem magnetischen Schlafe begleitenden, Seufzen letzteres der Fall ist (verg. I. D.). —

Uebrigens scheint sowol die Verstimmung der Thätigkeit des zehnten Nervenpaars beim Seufzen (vergl. I.), als die Abspannung derselben beim Gähnen darauf hinzudeuten, daß die vom Gähnen und Seufzen begleiteten Seelenzustände besonders den hintern Theil des Hirns (mit Inbegriff des verlängerten Markes) afficiren. Setzt man (hierin Gall's Anleitung folgend) voraus; daß die hintere Hirngegend besonders dem eigentlichen Gemüthe angehöre, so ist dies desto begreiflicher; denn das Gähnen entspringt hauptsächlich aus Gemüthsabspannung, zuweilen bei hinlänglicher Beschäftigung der Denkkraft; das Seufzen aber aus Gemüthsverstimmung.

Mit der Abspannung der Thätigkeit des herumschweifenden Nervenpaars bei eintretendem Gähnen ist zugleich eine ganz besondere Veränderung in der Thätigkeit der Nervenpaare verknüpft, welche mit ihm aus demselben Centraltheile, nämlich dem verlängerten Marke und dessen Nachbarschaft hervorgehen. Das fünfte Nervenpaar (vergl. A.) vorzüglich der untere Hauptast desselben, wird sogleich selbst mit abgespannt und die Erschlaffung der von ihm versorgten Muskeln welche die untere Kinnlade hinaufziehen erlaubt alsdann jenes weite Oeffnen der Mundspalte zu dessen Behuf zugleich Kehlkopf und Zungenbeine stark hinabgezogen werden. Dies letztere geschieht

durch

durch die Wirkung von Zweigen des elften Nerven; paars, nämlich der Zungenfleischnerven, die überdies in Gemeinschaft mit den Zungenschlundkopfsnerven die Zunge rückwärtsziehen machen und mit den Zweigen der Antlitznerven zum Aufsperren des Mundes zusammenwirken. Beim Eintreten des Gähnens geräth also außer dem neunten und elften auch das siebente Nervenpaar in erhöhte Action, welche bei letzterm sich überdies noch daran erkennen läßt, daß der obere Theil des Gesichts unter den Augen sich rundet und die Spalte der Augenlieder schmäler wird. Uebrigens scheinen an der Abspannung des zehnten Paares hauptsächlich die Fäden des fünften Theil zu nehmen, welche zu lär.ger in Thätigkeit gewesenen und daher ermüdete Muskeln gehen, wohin die Verschließer des Mundes gehören; dahingegen andere theils mit dem Antlitznervenzweigen zusammenwirken, theils auch für sich allein beim Gähnen eine Wirkung vollbringen (z. B. das Hinaufziehen des Gaumenvorhanges, s. oben). — Sobald auf das Einathmen beim Gähnen das demselben eigenthümliche starke Ausathmen folgt, treten auch in diesem consensuellen Gebiete die entgegengesetzten Bewegungen ein, z. B. ein kräftiges (aber erst mit dem Ausathmen selbst allmälig geschehendes) Verschließen des Mundes; und folglich ein entgegengesetztes Verhältniß der unwillkürlichen Thätigkeit der genannten Nervenpaare. — Alle dies zusammengenommen sieht man, daß bei dem (in Inspiration und Exspiration bestehenden) Gähnen das

fünfte Nervenpar als allgemeiner Verknüpfer der Kopfnerven in sich selbst in, die des Nervensystems überhaupt, begleitende antagonistische Thätigkeit geräth, woran jene andern Nervenpaare alsdann Theil nehmen.

Auf diesen im Centraltheile selbst, nämlich dem verlängerten Marke, gegründeten Verhältnissen der Bewegungen beim Gähnen beruhet vielleicht auch das Ansteckende desselben durch's Sehen; denn ein Entschluß die wohlthätige Bewegung nachzumachen (wie Haller meint) findet dabei so wenig statt, daß sie vielmehr beim Entschlusse, sie nicht mitzumachen dennoch vor sich geht. Da der Sehnerve (unbeschadet seiner Verbindung mit den Sehehügeln) doch schon in den Vierhügeln eine Art von Ganglion hat, so ist vielleicht seinem Centralende jene dringende Aufforderung zu mitgähnen zuzuschreiben. — Daß man beim Gähnen nicht wohl hören kann, wird vielleicht auch zu einseitig aus dem Eindringen der Luft in die erweiterte Ohrtrompete hergeleitet. Mit mehrerem Rechte als man die Nachbarschaft des Ursprunges des Hörnerven und des herumschweifenden Nerven zur Erklärung der mit der Taubheit verknüpften Stummheit gebrauchen wollte, könnte man sich vielleicht hier auf jene Nachbarschaft berufen. — — Das Speciellere der hier nur kurz berührten Nervenverhältnisse und ihrer Wirkungen muß theils dem eigenen Studium und Nachdenken überlassen bleiben; und theils muß auch eine genauere anatomische Kenntniß

niß der inneren Structur des Centralorgans hier noch erwartet werden.

Mit dem vorhin betrachteten Recken und Dehnen der Bewegungswerkzeuge am Kopfe, und besonders der Kinnlade als seiner Extremität, ist nun zugleich beim Gähnen ein allgemeineres am übrigen Körper verknüpft, wobei ähnliche Verhältnisse obwalten, und wobei die Rückenmarksnerven den Impuls geben, so wie bei jenem ersteren die Hirnnerven. Gleich dieser ist auch die allgemeinere Bewegung kein bloßes Strecken, sondern hinterher wieder ein Beugen; so wie das Gähnen selbst nicht allein in einer starken Inspiration, sondern auch in einer solchen Exspiration besteht.

Daß der kleine Kreislauf und selbst der große durch das Gähnen befördert wird leidet keinen Zweifel, aber eine merkliche Stockung und Beklemmung in der Circulation der Brust, wodurch etwa der Wille in Bewegung käme, ist zur Entstehung des Gähnens durchaus nicht erforderlich; eher noch zu der des Seufzens (vergl. 1.). Selbst in den von Haller angeführten Fällen, wo das Gähnen auf Congestion nach der Brust folgt, tritt es offenbar mehr als Folge der Ermüdung (vergl. oben) erst ein nachher wann jene Congestion sich schon wieder verliert. — Wohl aber kann die vermehrte Arteriosität des Blutes durch das starke Einathmen beim Gähnen zur Erweckung und Belebung der Hirnthätigkeit beitragen (vergl. I. F. 8.).

Sollte

Sollte bei dieser langen, aber noch immer zu kurzen Betrachtung des Gähnens (das eine Monographie in der Folge sehr verdienen und nöthig machen wird) etwa ein Leser selbst davon überfallen sein; so ist die Frage, auf wem eigentlich die Schuld hafte. Mit wenigen Worten konnte dieser merkwürdige und weitgreifende Vorgang, den Hildebrandt nicht ohne wissenschaftliche Beziehung eine sonderbare Bewegung nennt, unmöglich abgethan werden. Auch wird das darüber Vorgetragene sehr zur Erläuterung und Abkürzung des nachfolgenden dienen.

3. Das Niesen.

Bestimmter und regelmäßiger, als beim Seufzen und Gähnen, zeigt sich beim Niesen (sternutatio) ein eigentlicher Localreiz als Veranlassung, und namentlich ein Reiz, der auf die Nerven der Nasenhöhle, besonders in der obern Region diese letzteren wirkt. Diese Reizung bringt unwillkürlich ein starkes Einathmen zuwege, worauf mit plötzlichem Nachlassen desselben jählings eine Ausathmung von der äußersten Heftigkeit folgt; und sowol bei dem ersten als bei dem zweiten dieser Momente geht der Regel nach der Luftstrom durch die Nasenhöhle, indem die Mundhöhle unwillkürlich verschlossen wird.

Giebt es irgend einen Vorgang, bei dem die im Nervensysteme herrschende Sympathie sich der Erklärung aufdringt, so ist es dieser; wobei man auch längst anerkannt hat, daß durch eine Reizung des

fünf-

fünften Nervenpaares, und in'sbesondere der Nasennerven desselben, die ganze Bewegung hervorgebracht werde — Aber Haller sagt: gesetzt die Reizung des fünften Nerven theile sich (durch den sympathischen) den Zwerchmuskelnerven (nämlich für das Einathmen beim Niesen) und den Nerven der Bauchmuskeln (für das Ausathmen) mit; wie kommt es denn, daß dieselbe Reizung zuerst blos jenen, alsdann nach Abspannung desselben diese, und nicht vielmehr zu gleicher Zeit beide in Bewegung setzt? — Ein Einwurf, der nach der sonstigen Ansicht, wo man sich bloß auf den Nervenconsens berief, schwer zu beseitigen sein möchte, der aber nach den im Obigen enthaltenen Erörterungen (vergl. besonders I. F. 6. u. 9.) so gut wie gar keiner mehr ist, sondern nur dazu dienen muß, jenen Angaben über die Verhältnisse der verschiedenen Gehirntheile zur Respirationsbewegung desto mehr das Wort zu reden. Warum setzen überhaupt die bestimmenden Organe den Zwerchmuskel und die Bauchmuskeln (nebst der Lunge) abwechselnd in Contractionszustand; warum nicht beide zugleich? also warum, mit andern Worten, steht das Athemholen nicht überhaupt lieber still? Auf diese Lächerlichkeit würde jetzt jene Frage zurückkommen. — Der Wechsel der Respirationsmomente ist so tief in den oben ausführlich betrachteten antagonistischen Verhältnissen gegründet, daß ein vollständiges Zusammentreffen der beim Einathmen und der beim Ausathmen wirkenden Zusammenziehungen in der gleichen Zeit

nur

nur durch die Willkür zu Stande gebracht werden kann (nämlich beim nixus); außerdem aber in solcher Perfection auf unwillkürliche Weise nie vorkommt.

Das Niesen ist aber wirklich die Abweichung der Respirationsbewegung, wobei zu jenem Zusammentreffen die größte Annäherung statt findet. Denn während des Einathmens schon ist beim Niesen die Tendenz zum nachfolgenden heftigen Ausathmen vorhanden; die aber nicht sogleich zum Ausbruche kommt und daher das vorgängige Einathmen erlaubt, weil sie erst bis zu einem gewissen Grade der Stärke herangewachsen sein muß um das Wirken der Organe jenes Einathmens gewaltsam zu unterdrücken und somit selbst in That überzugehn. — Die eigene Erfahrung lehrt Jeden, daß man sogleich beim ersten Anfange des ganzen Vorganges auf diese Explosion schon so zu sagen lauert; und daß man daher in einer Art von unangenehmer Verwunderung ist, wenn sie einmal dennoch ausbleibt: das Unangenehme besteht hier aber nicht in dem Fortwirken der Veranlassung des Niesens, denn die Explosion unterbleibt nur wenn die Reizung der Nase ohnehin schon aufgehört hat; sondern es besteht in der Thatlosigkeit eines unwillkürlichen Strebens, in dem nicht zum Ausbruche Kommen jener gleich anfangs eingetretenen Tendenz zum heftigen Ausathmen. Deswegen eben sucht man dieses, wo es zögert durch willkürliches stärkeres Einziehen der Luft und reizender Dünste zu befördern.

Aber an sich ist eben so unwillkürlich wie die Exspiration beim Niesen auch die Inspiration bei demselben. — Wir erklären diese Inspiration auf die gewöhnliche Art: die Nasennerven vom fünften Paare theilen durch den sympathischen Nerven ihre Reizung dem Zwerchmuskelnerven mit und so geräth das Diaphragma in die zum Einathmen wirkende Contraction. — Die Erklärung des heftigen Ausathmens, welches hauptsächlich das Niesen ausmacht, müssen wir indeß jetzt hinzuthun. Bei jener Affection der Nasennerven wird nämlich die Reizung nicht bloß durch die eben genannte Nervenverknüpfung fortgepflanzt, sondern auch durch den Stamm des dreiästigen Nerven bis zum Centralende, d. h. bis in's verlängerte Mark hinein (vergl. A.); und hierdurch eben entsteht in diesem jene Tendenz vermittelst des herumschweifenden Nerven die Zusammenziehung der Lunge und das Ausathmen zu bewirken; wobei aber in diesem Zustande ungewöhnlicher und fremder Reizung der Zwerchmuskelnerven deren antagonistisch wirksame Verknüpfung mit den Lungennerven (vergl. A.) ein Hinderniß macht. Das durch Nervenconsens bewirkte Einathmen ist nun einmal im Gange, und es dauert eine gewisse (kürzere oder längere) Zeit bis der ebenfalls aufgeregte auf das Ausathmen hinwirkende Centraltheil in seiner Action hinlänglich gesteigert ist, jenes Hinderniß zu überwinden. Alsdann aber muß durchaus jenes erzwungene Inspiriren plötzlich nachlassen: das verlängerte Mark bringt die Lun-

gen

gen und zugleich der untere Theil des Rückenmarks die Bauchmuskeln (I. F. 9.) zur Contraction; und es erfolgt nun wirklich erst die Ausathmung, aber mit der jener vorausgegangenen Spannung angemessenen Stärke und Heftigkeit. —

Daß es sich wirklich so verhalte kann auch negativ erwiesen werden. Würde nämlich das Einathmen beim Niesen nicht durch consensuelle Wirkung der Nerven selbst hervorgebracht; so müßte es von der Wirkung des Centraltheils herrühren; dieser aber, nämlich das Stück des Rückenmarkes woraus die Zwerchmuskelnerven hervorgehen, liegt zwischen dem unteren, welches die Bauchmuskeln beherrscht und dem verlängerten Marke, also zwischen den Hirntheilen die zum Ausathmen bestimmen. Die Reizung würde dann also den gesammten Centraltheil zugleich aufregen und zur Wirkung auf die Respirationsorgane bestimmen; folglich würde Inspirationsbewegung mit Exspirationsbewegung wirklich in Einen Zeitmoment zusammentreffen; und das Niesen würde zwar unwillkürlich aber im Phänomene selbst jener willkürlichen Hemmung des Athmens (beim nixus) völlig gleichen; was doch nicht der Fall ist. — So aber pflanzt sich vielmehr die Reizung gleich durch jene Nervenkette bis zum Zwerchmuskel fort und es wird inspirirt; zugleich hindert eben diese Reizung den herumschweifenden Nerven an der contractiven Einwirkung auf die Lungen und es bleibt in Hinsicht auf das Ausathmen zunächst bei der bloßen Tendenz; bis

endlich diese bis zum Uebergewichte herangewachsen ist und den Effect jener Reizung gewaltsam aufhebt (wie z. B. eine stärkere electrische Action die schwächere gleichsam verschlingt). Denn auf die Länge kann eine bloße Nervenwirkung dem Wirken der an sich übermächtigen Centraltheile nicht widerstehen. — Geschähe das Einathmen beim Niesen nicht auf die hier angegebene abweichende Weise; so könnte überhaupt die Bestrebung auszuathmen, die gerade das Charakteristische ist, nicht dabei statt finden; denn das verlängerte Mark und der untere Theil des Rückenmarkes würden an ihrem hierzu nöthigen Zusammenwirken durch die das Einathmen fordernde (und unter jener Voraussetzung in gleicher Art von Aufregung befindliche) zwischenliegende Strecke des Rückenmarkes verhindert werden; (in welcher, übrigens, was sehr merkwürdig ist, die Willkür dann doch wirksam sein kann, da sich das Einathmen beim Niesen willkürlich verstärken läßt, vergl. oben). Eben hierin liegt der Grund davon, daß eine ganz gleichzeitig zusammentreffende wirkliche Inspirationsbewegung und Exspirationsbewegung auf unwillkürliche Weise nicht möglich ist (vergl. oben), und nur die Willkür, die gleichmäßig sämmtliche Centraltheile des Nervensystems beherrschen kann, so etwas zu bewirken vermag. Wenigstens würde ein unwillkürlicher Vorgang der Art nicht wie das Niesen ein physiologischer oft sogar heilsamer, sondern ein höchst krankhafter sein; der vielleicht bei tonischen Krampfzuständen vorkommen kann;

kann; und wozu das Stillstehen des Athemholens bei heftigen Schrecken nur erst eine schwache Annäherung ist.

Soviel über das Wesentliche des Niesens; und nun einige Nebenerscheinungen: — Die starke Aufreizung des fünften Nervenpaares von der Nase her theilt sich dabei auch dem Augenhöhlaste desselben mit und besonders dessen zu den Thränenwerkzeugen gehenden Zweigen; daher das Thränen der Augen beim Niesen. Ferner bringt jene Reizung eine positive Excitation auch in dem dritten Aste hervor und durch die Zusammenziehung der von ihm versorgten Muskeln wird die Mundhöhle verschlossen; was beim Gähnen erst am Ende desselben geschieht (vergl. 2.), beim Niesen aber den Strom der Luft durch die Nase zu gehen zwingt, in welcher der Heerd jener Affection ist. Das dem Niesen eigenthümliche Zurückbeugen des Kopfes und Halses beim Einathmen rührt daher, daß bei jener consensuellen Nervenwirkung, wodurch die Niese-Inspiration entsteht, sämmtliche Halsnerven als solche afficirt werden; dahingegen bei der gewöhnlichen Inspiration der Impuls vom Rückenmarke her die Halsnerven nur in so fern trifft, als sie den Zwerchmuskelnerven bilden. Bei Aufhebung jener consensuellen Reizung durch die nachfolgende Action des Ausathmens wird der Hals dafür desto mehr gebogen wobei ein heftiger Impuls auf den Beinerven (I. 2. u. 14.) bis in dessen äußern Ast hinein zu geschehen scheint, und zugleich wird durch die

Hef-

Heftigkeit der Bewegung, die sogar den nun abgespannten Zwerchmuskel in die Brusthöhle plötzlich hinaufgeschnellt, der Niesende überhaupt oft vorwärts geschleudert und in allen Gelenken seines Knochengestelles wankend gemacht.

Beim Gähnen ist mit dem herumschweifenden Nerven zugleich auch der dreiästige (wenigstens seinen hauptsächlichsten Zweigen nach) in einer Abspannung, woraus er sich erst am Ende desselben wieder erholt (vergl. 2.); beim Niesen sind gerade im Gegentheile der herumschweifende Nerve und der dreiästige zugleich in einer Anspannung, die hier von letzterem ausgeht, wie dort die Abspannung von ersterem. — Das sympathische System ist auch beim Niesen im Spiele; aber insbesondere für die Inspiration bei demselben nur mit dem obern Theile des Ganglienstranges (des sympathischen Nerven selbst) als einem Vermittlungsgliede: seine Mitwirkung beim Gähnen hingegen ist viel ausgebreiteter und zugleich mehr primär. — Das Gähnen ist übrigens ein ruhiger Vorgang; es begleitet auch bei krampfhaften Zuständen mehr die Erhohlung, oder geht dem Eintreten vorher; und man kann es mit de Gorter als Gesundheitszeichen selbst theoretisch schon darum betrachten, weil, wenn die allgemeinere Wirksamkeit des sympathischen Systems zu schwach oder zu sehr unterdrückt ist, das Vermögen dazu fehlt. Das Niesen, welches deutlich genug selbst als beinahe convulsivischer Vorgang erscheint, gesellet sich hingegen oft als sehr hartnäckiger

Begleiter zu krampfhaften Zuständen selbst, in ihrem Ausbruche. Nur muß dabei, falls auch die Wirkung von der untern Region des sympathischen Systems ausgeht, doch das fünfte Nervenpaar mit in's Spiel gezogen werden, in welcher Hinsicht der von Haller beobachtete Fall sehr merkwürdig ist, wo die heftige Affection desselben Paares bei einer Hysterischen nach ungeheuren Sternutationen die Augäpfel ganz in die Höhe gezogen hatte, jedoch ohne Aufhebung der Sehkraft; dahingegen man in andern ähnlichen Fällen wirkliche Blindheit entstehen sah. (Eine interessante Vergleichung bietet hier das Verhältniß des Auges zum Gangliensysteme beim thierischen Magnetimus dar.) —

So wie nun hier und beim gewöhnlichen Niesen consensuell das Auge mit afficirt wird, so kann auch umgekehrt durch Affection des Auges das Niesen zuerst angeregt werden; indem nämlich (wie beim Hineinsehen in ein helles Licht) die Erregung der Augenzweige vom fünften Paare die übrigen Zweige mit excitirt, und so jene ganze sympathisch-antagonistische Action hervorruft, worin das Niesen besteht. —

So zuckungsähnlich übrigens dieses ist, und so leicht es auch mit wirklichen Convulsionen vergesellschaftet als wahres Krankheitssympton auftreten kann; so wird doch zu ihm eine gewisse Energie der dabei wirkenden Theile, und insbesondere auch des die Explosion bewirkenden höheren Centralorgans (s. oben) erfordert. Es giebt daher Zustände von Schwäche,

welche für das Niesen nicht geeignet sind, das vielmehr erst wieder erscheint, wenn die Thätigkeit der Organe sich zu heben beginnt. Und dies ist der Grund, warum man selbst im gemeinen Leben das Niesen zumal bei asthenischen Fieberkranken als ein gutes Zeichen rühmt.

Sollte das Niesen nur dem Menschen und nicht wie das Gähnen auch den Thieren (oder doch nur gewissen Arten) eigen sein; so müßte dies von dem Mangel gewisser dazu erforderlicher Nervenverknüpfungen kommen, was eine genaue Untersuchung verdient.

4. Der Husten.

Als krampfhafte tönende Ausathmung hat der Husten (tussis) Aehnlichkeit mit dem Niesen; aber diese Ausathmung unterscheidet abgesehen von ihrer Entstehung sich auch an sich selbst schon dadurch, daß sie (wenn der Husten vollständig ist und nicht etwa ein bloßer Anstoß dazu statt findet) mehrmals schnell wiederholt wird. Auch geht diesen Ausathmungen bei dem Husten keinesweges eine ihm eigenthümliche starke Einathmung vorher; was vielmehr hauptsächlich nur von dem uneigentlichen willkürlichen Husten gilt, worauf Haller alles Husten reducirte, und was diesem großen Manne Einige noch immer gedankenlos nachsprechen, ungeachtet Autenrieth (schon im physiologischen Handbuche) das Gegentheil richtig behauptet hat. Es ist beim unwillkürlich

lich eintretenden Husten zu einer vorläufigen großen Inspiration gar nicht einmal Zeit; vielmehr wird die gerade gegenwärtige durch die wiederholten heftigen Exspirationen, worin das Husten eigentlich besteht, geradezu unterbrochen; und es erfolgt der Haller'schen Behauptung gerade entgegengesetzt, eine starke Inspiration erst hinterher, wann jene Exspirationen vorüber sind, also nach dem eigentlichen Husten, und gleichsam zur Erholung davon für den Organismus der Athmungswerkzeuge (obschon dies starke Inspiriren am Ende des Hustens unwillkürlich ist). Anderseits treten auch zwischen die abgebrochenen Exspirationen beim Husten kleine Inspirationen, und die Art und Weise der Respirationsbewegung in diesen kurzen Intervallen ist allerdings Einathmung; doch hat die Ausathmung bei dem Vorgange selbst bei weitem das Uebergewicht; was selbst Haller, mit Beziehung auf die dabei statt findende Anschwellung des Hirns von den Venen her, angemerkt hat.

Die gewöhnlichste Anregung des Hustens besteht in irgend einem auf das System der Luftgefäße (Kehlkopf, Luftröhrenstamm oder dessen Verzweigung außer den Lungen und in diesen selbst) wirkenden Reize; und man hat sich längst darauf berufen, daß hierdurch zunächst die herumschweifenden Nerven und vermittelst derselben die Zwerchmuskelnerven afficirt würden. Doch ließ man sich auf den eigentlichen Zusammenhang hiervon nicht weiter ein, (ich aber habe ihn früherhin irrig angegeben). Döllinger hat so

wie

wie vom Niesen, so auch vom Husten nach seiner allgemeineren dynamischen Methode, wobei er sich ums Nervensystem nicht besonders bekümmerte, übrigens die richtigste Ansicht getroffen; doch ist es jetzt unsere Pflicht, diese mehr in's Concrete zu verfolgen.

Hier ist nun die erste Frage: wie verhalten sich Lungennerven und Lunge beim Husten zu den Zwerchmuskelnerven und dem Zwerchmuskel? — Gesetzt, der Reiz, welcher den Husten verursacht, säße im Luftröhrenstamme, so zieht dieser gegen seine Gewohnheit sich heftig zusammen; die regelwidrige Contraction pflanzt sich fort durch die Verzweigung bis in die Lungen hinein, und die aufgereizte Action des herumschweifenden Nerven ist es, unter deren bestimmenden Einflusse diese Bewegung vor sich geht. Vom herumschweifenden Nerven wird zugleich der Zwerchmuskelnerve afficirt, und es würden, wenn beide homogene (oder homöopathische) Action hätten jenen Zusammenziehungen der Lunge und Luftröhre correspondirende Zusammenziehungen des Zwerchmuskels entstehen müssen. Aber die Action jener Nerven ist heterogen und antagonistisch (vergl. I. F. 5. u. 6.), und wir haben sie als solche auch schon bei einer andern Abweichung des Athemholens nämlich beim Niesen auftreten sehen, wo sie vom gereizten Zwerchmuskelnerven her die contractive Einwirkung der Lungennerven hinderte und verzögerte (vergl. 3.). Indem also letztere beim Husten statt findet, wird zugleich und durch sie die contractive Wirkung der Zwerchmuskel-

nerven gehindert, und der Zwerchmuskel expandirt sich (vergl. I. F. 9.), während Luftröhre und Lunge sich contrahiren. — Autenrieth (nebst Andern, worunter auch ich) schrieb dem Zwerchmuskel fälschlich beim Husten convulsivische, also durch Nervenreizung bewirkte, Zusammenziehungen zu. Wir werden gleich näher sehen, worauf diese Meinung beruht; die offenbar ein Irrthum ist, da zu den Ausathmungen selbst, worin das Hauptsächliche des Hustens besteht, der Zwerchmuskel nicht durch seine Contraction, sondern direct, wie zu andern Ausathmungen, durch seine Expansion mitwirkt. — Die, diese beim Husten bewirkende, antagonistische Thätigkeit der Nerven, möchte übrigens ohne die Herrschaft der Gehirntheile, worunter sie stehen (I. F. 3. u. 4.) schwerlich statt finden; jedoch ist beim Husten durchaus kein Grund vorhanden, durch die Centralorgane die Reizung selbst erst hindurchgehen zu lassen.

Die zweite Frage ist: woher kommt beim Husten die Unterbrechung der Ausathmungen durch kurze zwischentretende Einathmungen oder vielmehr Bestrebungen zum Einathmen? die an sich genommen eben so unwillkürlich sind, als der ganze Vorgang überhaupt. — Die kürzeste Antwort wäre: Jene Unterbrechung kommt daher, daß der Husten selbst eine Unterbrechung des Einathmens (was sonst zusammenhängend und ungestört vollbracht werden würde) durch krampfhafte von einer Reizung erzwungene Ausathmungen ist. Und diese Antwort wird, wenn wir

dem

dem Grunde weiter nachspüren, sich auch sogleich als die richtige zeigen. Die regelmäßige Inspiration nämlich geht von dem Centraltheile aus, der den Zwerchmuskelnerven giebt (I. F. 1. 3. u. 5.), und die hierauf hinwirkende Action des Centraltheils ist einmal im Gange, wenn sie von jener Nervenreizung gleichsam überfallen wird, und aus der Unterbrechung der Inspiration durch Exspirationsbewegung der Husten entsteht. Bei diesem liegt also die den Zwerchmuskelnerven zur contractiven Einwirkung auf den Zwerchmuskel bestimmende Wirkung des Rückenmarkes mit der Wirkung der jenen Nerven zum Nachlassen bestimmenden Action des herumschweifenden Nerven gleichsam im Streite; und aus diesen widerstreitenden Bestimmungen eben geht das Schwanken in der Action des Zwerchmuskelnerven und in der Bewegung des Zwerchmuskels beim Husten hervor; bis dann am Ende dieser regelwidrigen Bewegung die auf das Einathmen hinwirkende Action von selbst wieder in ihre Rechte tritt, und nach den gewaltsam aufgedrungenen so zu sagen fremdartigen Exspirationen eine lange Inspiration folgt (s. oben). Genau genommen sind also nicht die Contractionen des Zwerchmuskels beim Husten, da diese ja ganz regelmäßig vom rechten Orte her gefordert werden, sondern gewissermaßen die erzwungenen Expansionen convulsivisch. —— Die Nerven der Zwischenrippenmuskeln scheinen sich beim Husten überhaupt mehr passiv zu verhalten und das Hinabziehen der Rippen nicht zu

hindern; wol gerade darum, weil der Kampf mit dem herumschweifenden Nerven, mit welchem sie selbst in keiner besonderen Verknüpfung stehen, nur den Zwerchmuskelnerven angeht, und die organische Thätigkeit von ihnen ab zu diesem aber hinlenkt. Da nun zugleich die Expansion des Zwerchmuskels beim Husten sehr unvollkommen und durch Contractionen unterbrochen ist, so wird durch letztere, indem sie die unteren Rippen ungehindert durch die Zwischenrippenmuskeln einwärts ziehen können, der Brustkorb, wie Autenrieth richtig anmerkt, desto mehr verengert.

Dies führt uns endlich zur dritten Frage: wie nämlich die, beim Husten offenbar statt findende, heftige unwillkürliche Zusammenziehung der Bauchmuskeln bewirkt werde? dem schwierigsten Punkte unter allen, zu dessen vollkommen befriedigender Lösung vielleicht erst künftig noch Manches geschehen muß. — Auf die Wirkung des Centralorgans (vergl. I. F. 9.) dürfen wir uns in diesem Falle nicht berufen, denn dasselbe ist ja beim Husten vielmehr überhaupt in einer Action begriffen, wodurch es, wie wir eben sahen, den zum Ausathmen gehörigen Contractionen entgegenwirkt; es ist in einer inspiratorischen Stimmung, wenn man so sagen darf. Beim Niesen im Gegentheile ist es in einer exspiratorischen, wo wir daher auch mit Recht die Zusammenziehung der Bauchmuskeln von der Gehirnaction herleiten durften (vergl. 3). — Hier bleibt nun, wie es scheint, durchaus kein anderer Ausweg, als die Contraction der

Bauch-

Bauchmuskeln aus eben jener Nervenreizung zu erklären, die den Husten überhaupt verursacht; und wir können dies um so dreister wagen, da wirklich jene Contraction hierbei eben so unterbrochen und krampfhaft-heftig geschieht, als die von ihr gleichzeitig begleitete Contraction des Bronchialsystems. — Der herumschweifende Nerve versetzt durch seine contractive Action den Zwerchmuskelnerven in eine entgegengesetzte Stimmung, wodurch seine (von einer andern Seite her bewirkte) contractive Einwirkung auf den Zwerchmuskel unterbrochen wird (s. oben). Dies Hinderniß für den Zwerchmuskelnerven ist aber zugleich, durch diesen, eine Aufforderung für die Nerven der Bauchmuskeln contractiv zu wirken; und so geschehen die Contractionen dieser Muskeln beim Husten gleichzeitig mit denen der Lunge (wie beim gewöhnlichen Ausathmen, nur vermöge eines andern Zusammenhanges). — Wir brauchen uns hierbei nicht auf den Zusammenhang der Zwerchmuskelnerven und selbst der herumschweifende, durch ihre Verwebung in die Bauchgeflechte, mit den Rückenmarksnerven dieser Gegend zu berufen; sondern vermuthlich ist der Zwerchmuskel selbst, und dessen krampfhafte Aufregung beim Husten, hier das Vermittelnde. Dieselben Nerven des Rückenmarkes, welche zu den Bauchmuskeln Zweige abschicken, senden andere auch in den Zwerchmuskel; und da bekanntlich nun nicht diese, sondern die eigentlichen Zwerchmuskelnerven, die hoch oben entspringen, die Bewegung des Zwerchmuskels regieren (vergl.

I. E. 2. und F. 1.), so scheinen jene unteren Nervenzweige des Zwerchmuskels insbesondere dazu zu dienen, daß seine Bewegung mit der der Bauchmuskeln noch in einen näheren Zusammenhang und in eine unmittelbarere Entgegensetzung komme, als die in den Centraltheilen liegende (I. F. 9) ist; (obgleich ohne diese letztere und allein bei jener die Bewegung des Zwerchmuskels und der Bauchmuskeln nicht antagonistisch, sondern gleichzeitig und mehr sympathisch sein würde). So wie nun dies Verhältniß auch an der regelmäßigen Abwechslung der Contraction des Zwerchmuskels und der der Bauchmuskeln überhaupt schon seinen Antheil haben mag; so muß es in abweichenden Fällen einer besonderen Reizung wol noch von größerer Wirksamkeit sein. Wir leiten also die beim Husten geschehenden Contractionen der Bauchmuskeln von einem antagonistischen Gegeneinanderwirken der Bauchmuskelnerven und der (eigentlich sogenannten) Zwerchmuskelnerven her; so wie von einem solchen Gegeneinanderwirken der letzteren und der herumschweifenden Nerven die Expansionen des Zwerchmuskels beim Husten (s. oben): — die vielleicht nicht allein unvollständig dem Grade nach, sondern zugleich auch nur partiell sind und im Lendentheile des Zwerchmuskels weniger statt finden; wodurch dann der Vorgang, was er überhaupt freilich schon ist, um so mehr noch spastisch würde. — Uebrigens ist es merkwürdig, daß wie durch den Beinerven der inspiratorische Theil des Rückenmarkes in die exspiratorische

torische Thätigkeit eingreift (vergl. I. F. 14.) so wie der von Seiten des exspiratorischen Theils des Rückenmarkes durch die von diesem zum Zwerchmuskel gehenden Nerven (welche nicht eigentliche nn. phrenici sind) ein Eingreifen, obwol ein schwächeres und anders geartetes in die inspiratorische Thätigkeit statt findet.

Die wesentliche Verschiedenheit des Hustens und des Niesens ist nun leicht aufzufinden: beim Niesen erweckt die Nervenreizung eine Inspiration und zugleich im Gehirne eine von den Nerven aus aufgehaltene Tendenz zur Exspiration; bis diese wirklich erfolgt und die antagonistischen Actionen in einer Art von Explosion zusammenschlagen. Beim Husten bewirkt die Nervenreizung exspiratorische Bewegung, während doch zugleich ohne Zuthun jener Nervenreizung vom Gehirne aus eine Tendenz zur Inspiration statt findet, die während des Hustens nur unterbrochen, und erst am Ende desselben vollständig, in That übergehen kann. — Beim Niesen geräth also die von einer andern Seite kommende Reizung durch die inneren Verhältnisse des Nervensystems mit sich selbst in Streit, das Ganze ist ein zusammenhängender Act und endigt sich mit Einem Schlage. Beim Husten ist die Nervenreizung mehr einseitig im Streite mit den aus dem Innern des Nervensystems hervorgehenden Bestimmungen selbst: so daß hieraus ein abwechselndes Ueberwiegen der entgegengesetzten Wirkungen und eine Abwechslung in der Respirationsbewegung

wegung hervorgeht; (welche Autenrieth sehr mit Unrecht der beim Niesen ähnlich finden will, wo zwar die Heftigkeit des Hinaufschnellens des Zwerchmuskels bei der gewaltigen Exspiration eine Art von Oscillation, ein Zittern, desselben hervorbringen mag, aber keineswegs eine solche Abwechslung von Expansion und Contraction jenes Muskels wie beim Husten.) — Alles zusammengenommen zeigt sich übrigens, daß beim Husten die das Athemholen regierenden Centraltheile des Nervensystems in keine solche directe Mitwirkung versetzt werden, wie bei den drei vorigen Abweichungen des Athemholens, und daß der Vorgang durch Nervenreizung nicht nur, wie beim Niesen, veranlaßt, sondern, noch mehr als hierbei, durch eben solche auch der Hauptsache nach vollbracht wird.

Die verschiedenen Ursachen oder Entstehungsweisen des Hustens giebt empirisch, wie bei andern Abweichungen des Athemholens, Burdach in seiner Physiologie am vollständigsten, mit kurzen Worten, an. Sie reduciren sich aber im Wesentlichen fast sämmtlich auf Eine; da nämlich immer die Nerven der Luftröhrenverzweigung sich in einem Zustande sympathischer Reizung befinden müssen, wenn ohne eigends statt findende locale Husten entstehen soll. Die Endigungen und Verknüpfungen der herumschweifenden Nerven im Unterleibe sind dabei hauptsächlich im Spiele; wie z. B. bei dem sogenannten Magenhusten, wobei der eigenthümliche hohle oder dumpfe Ton daher rührt, daß die Stimmritze sich nicht so wie bei

örtlicher Reizung des Kehlkopfs oder der Luftröhre zusammenzieht. Letzteres kann übrigens in verschiedenem Grade und auf verschiedene Weise geschehen; so daß noch andere Arten des Hustens mit charakteristischem Tone verknüpft sind. — Der Keuchhusten ist einestheils ein hoher Grad von Magenhusten und seine Anfälle pflegen ja sich auch mit Brechen zu endigen; anderntheils aber scheint der Vorgang bei ihm nicht aus einer Affection des Stimmnerven, sondern aus einer primären des Zwerchmuskelnerven, wovon jene nur die Folge ist, zu entstehen; daher hier wirklich der Zwerchmuskel in convulsivischen Zusammenziehungen sein mag (vergl. oben); so wie denn überhaupt der Keuchhusten (tussis convulsiva) wie man schon sonst geäußert hat, eine Art von Epilepsie der Respirationswerkzeuge ist, und vor allen andern Arten des Hustens sich durch seine pathologische Selbstständigkeit und durch seine Gewaltsamkeit sehr auffallend auszeichnet. —

Dieser Husten zeigt auch am stärksten die venösen (bei ihm bis zu Unterlaufungen gehenden) Congestionen; die aber in geringeren Graden die Folge der Respirationsstörung bei jedem etwas anhaltenden Husten sind. — Das Hirn wird dadurch um so mehr disponirt, der Einathmung, die nach dem Husten folgt, nicht etwa durch contractive Einwirkung auf die Lungen ein neues Hinderniß in den Weg zu legen (vergl. I. F. 7.); so wie im Gegentheile beim Niesen die durch die vorgängige Einathmung bewirkte Zunahme

des

des arteriösen Blutes im Hirne (vergl. I. F. 8.), der in Ausathmen bestehenden Explosion mit zu Hülfe kommt.

Was zur Theorie des Hustens hier beigebracht wurde, das gilt von diesem Vorgange besonders insoweit er unwillkürlich ist. Der Wille kann oft diesen herbeilocken oder vermehren durch stärkeres Einziehen von Luft in die Luftwege (ähnlich wie beim Niesen); oder er kann ihn mäßigen und unterdrücken. Der selbst ganz willkürliche Husten hingegen nähert sich dem Räuspern und unterscheidet sich von diesem nur vorzüglich dadurch, daß bei ihm tiefer unten liegende Theile willkürlich in Bewegung gesetzt werden. — Gerade dieser willkürliche Husten aber ist der am meisten physiologische; der unwillkürliche hingegen gehört als mehr pathologisch großentheils nur verschiedenen Graden und Zuständen krankhafter Beschaffenheit an. Jedoch wird eben die Wichtigkeit einer richtigen Grundansicht dieses Vorganges auch für die Theorie seiner krankhaften Modificationen (die wir nur nebenzu berühren konnten) es desto mehr entschuldigen, daß wir uns hier so lange bei der Festsetzung und Erörterung jener Grundansicht aufhielten.

5. Das Lachen.

Schon oben (I. C.) wurden Lachen und Weinen unter den Beispielen der Veränderung des Athemholens durch veränderte Hirnaction aufgeführt; erst jetzt aber ist es uns vergönnt, in den inneren

Zu-

Zusammenhang dieser Vorgänge tiefer einzudringen.

Um das eigentliche Lachen (risus) besser zu begreifen, dem freilich die Theilnahme der Respirationsbewegung wesentlich ist, thut man wol, davon auszugehen, daß es auch ein bloßes Lächeln giebt, welchem jene begleitende Veränderung des Athemholens fehlt, und wobei außer dem Hirne nur das Antlitz afficirt wird. Die in diesem letzteren vorgehende Bewegung, welche Haller sehr schön beschreibt gehört nach Camper's (von Sömmerring in der Nervenlehre angeführter) Bemerkung dem Antlitznerven, und zwar diesem allein an, die entgegengesetzte Veränderung beim Weinen aber dem Dreiästigen; so daß in der Wirkung der beiden widerstreitenden Affecten das siebente und das fünfte Hirnnervenpaar einander so zu sagen das Widerspiel halten. — Hieraus läßt sich schon einsehen, daß die nicht immer erfolgende Veränderung der Respirationsbewegung theils einen höhern Grad jener die Veränderung im Antlitze bewirkenden Hirnaffection voraussetze, theils aber selbst wol, großentheils wenigstens, eine Folge fortgepflanzter Nervenreizung sein müsse.

Kommt es statt des bloßen Lächelns zum wirklichen Lachen; so erfolgt erst eine starke, kürzer oder länger dauernde Einathmung, und dann mehrere stoßweise schnell auf einander folgende Ausathmungen, wobei das Diaphragma und der Thorax merklich, (zuweilen sehr heftig) erschüttert werden. — Das Ganze

aber

aber ist so unwillkürlich; daß Haller selbst dies als Ausnahme anerkennen mußte; und die Willkür kann das Lachen nur nachahmen, nicht eigentlich hervorbringen.

Bei der Erklärung gehen wir davon aus, daß wie gesagt das Centralende des Antlitznerven im Hirne primär aufgeregt ist. Diese Aufregung pflanzt sich immer auf die Verzweigung jenes Nerven fort und rundet das Antlitz zum Lächeln; die Ursprungsstellen anderer Nerven in derselben Hirngegend aber und die mit dem Antlitznerven verknüpften andern Nervenverzweigungen (vergl. A.) werden auf eine in That übergehende Weise davon nur dann afficirt, wenn die innere Aufregung des Hirnendes des Antlitznerven in einem höheren Grade statt findet; — alsdann kommt es statt des bloßen Lächelns zum Lachen. —

Zuerst nämlich wird alsdann das verlängerte Mark, oder wenigstens die Ursprungsstelle des herumschweifenden Nerven in demselben in einen Zustand der Abspannung versetzt, wovon die erhöhte Einwirkung des Rückenmarks auf den Zwerchmuskelnerven und die Ausdehnung der Lungen, also das Einathmen womit das Lachen anhebt, die Folge ist. — Wir berufen uns hier auf Das, was oben beim Seufzen (1.) vorzüglich aber beim Gähnen (2.) in ähnlicher Beziehung schon auseinandergesetzt wurde. Beim Gähnen sahen wir das Antlitznervenpaar indirect dadurch in einige Erregung versetzt werden, daß die Ursprungsstelle

stelle des herumschweifenden Nerven im verlängerten Marke unthätig wurde; — hier beim Lachen wird diese unthätig gemacht durch primäre von innen herausgehende Verstärkung der Action im Hirnende des Antlitznerven. Das Wie und Warum dieses sonderbaren Antagonismus zu erklären ist bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft, und besonders vor einer noch immer fehlenden anatomischen Entwickelung des inneren Gewebes jener Hirntheile durchaus unmöglich; — genug, daß es so ist, und daß die Realität jenes Verhältnisses sich uns von ganz entgegengesetzten Seiten her bestätigt. — Da übrigens diese Action zwischen den Centralenden der Nerven im Hirne selbst vor sich geht, so ist sie natürlich, auch der Zeit nach, die erste, daher eben macht das Einathmen beim Lachen den Anfang und dient dem ganzen übrigen Vorgange zur Basis.

Alsbald aber pflanzt sich nun die verstärkte Erregung des Antlitznerven auch auf den Stamm des Stimmnerven oder des zehnten Hirnnerven, durch die Verbindungszweige zwischen beiden, fort; und so geräth das zehnte Nervenpaar (schneller oder langsamer, so daß die vorgängige Einathmung bald länger bald kürzer ist) in eine Action, wie sie zum Ausathmen sich eignet, ungeachtet er von seinem Hirntheile her, wie eben gezeigt wurde, vielmehr in dem das Einathmen begünstigenden Zustande ist. Diese Bestimmung wirkt der vom Stamme des Antlitznerven ihm mitgetheilten entgegen; letztere wird daher

um

um so mehr nur von gelinderer Wirkung sein; sie wird die Zweige des herumschweifenden Nerven überhaupt nicht so weit hinab und nicht so heftig in Thätigkeit versetzen, wie das beim Husten durch jene unmittelbare Affection geschieht (vergl. 4.); sie wird den zehnten Nerven besonders insoweit er Stimmnerve (Kehlkopfsnerve) ist afficiren, die Lungen hingegen freier und mehr ausgedehnt lassen. Doch kann jene Reizung des herumschweifenden vom Antlitznervenstamme aus so heftig und der vom Hirne ausgehenden Bestimmung so überlegen werden, daß wirklich die ganze Luftröhre nebst ihrer Verzweigung sich zusammenzieht, und das Lachen (was ja oft genug der Fall ist) in Husten übergeht. —

Reicht nun auch hierzu für gewöhnlich die Reizung des Lungennervenstammes nicht hin, so ist sie doch beträchtlich genug, den Zwerchmuskelnerven in jenen Zustand des Nachlassens seiner Action zu versetzen, wozu bei vermehrter Erregung des herumschweifenden sein Antagonismus damit den Zwerchmuskelnerven so geneigt macht (vergl. 4.). Dazu kommt, daß das Rückenmark, welches zu dem das Lachen beginnenden Einathmen den Impuls gab (s. oben), hierzu nur gleichsam zufällig und sehr mittelbar durch jene Wechselwirkung der Nervenenden im verlängerten Marke bestimmt wurde; und so vermöge der in dieser Action herrschenden Periodicität (vergl. I. F. 6) von seinem Impulsgeben auf den Zwerchmuskelnerven schon wieder nachläßt, während die Aufregung des

im

im siebenten Hirnnervenpaare, wovon übrigens der Vorgang des Lachens herrührt noch fortwirkt. Desto mehr bekommt also der Zwerchmuskel Freiheit sich zu expandiren und dadurch mit Hülfe der Bauchmuskeln die erschütternde Ausathmung zu bewirken, worin der eigentliche Ausbruch des Lachens besteht. Die hierbei statt findende Aufregung der Bauchmuskeln zur Contraction mag allerdings durch den Zustand des Zwerchmuskels selbst vermittelt werden (vergl. 4.), doch steht beim Lachen nichts im Wege anzunehmen, daß auch jener vom Centraltheile kommende Impuls (I. F. 9) wenigstens mitwirke. —

Wie beim Lachen auf das Einathmen ein unwillkürliches Ausathmen folgen müsse, haben wir nun gesehen; aber hiermit würde bloß erst eine zusammenhängende Ausathmung erfolgen wie z. B. beim Gähnen, nicht eine unterbrochene und stoßweiß geschehende wie dem Lachen eigen ist. — Da das Rückenmark, nach dem eben Gesagten, in seiner contractiven Einwirkung auf den Zwerchmuskel beim Ausbruche des Lachens schon nachgelassen hat, so ist von dieser Seite kein solcher Grund als der beim Husten aufgezeigte (vergl. 4.), weshalb die Expansion des Zwerchmuskels unterbrochen werden müßte. Aber eben jene starke und primäre Reizung des Antlitznerven beim Lachen (die beim Gähnen ist nur secundär, viel schwächer, und mehr partiell) giebt uns von selbst hinreichenden Aufschluß; denn vermöge der Verknüpfung des Antlitznerven durch die Halsnerven mit dem Zwerchmuskelnerven

nerven (vergl. A.), woraus man sehr einseitig die ganze Erschütterung des Zwerchmuskels beim Lachen gewöhnlich herleiten will, nimmt der Stamm des Zwerchmuskelnerven an der exaltirten Thätigkeit des Antlitznerven einigen Antheil; und wird, da hier kein Antagonismus wie mit dem herumschweifenden Nerven obwaltet, zu einer schwachen contractiven Einwirkung auf den Zwerchmuskel bestimmt, die aber in der entgegengesetzten von anderen Seiten kommenden (s. oben) eine viel stärkere Gegenwirkung findet. Daher ist der Ausbruch des Lachens ein Ausathmen aber ein durch contractive Affection des Zwerchmuskels einigermaßen modificirtes, also stoßweise erfolgendes. Die vom Centraltheile ausgehende Tendenz zum Einathmen, wodurch beim Husten die viel stärkeren und beträchtlicheren Unterbrechungen der Expansion des Zwerchmuskels entstehen (4.), findet beim Lachen, sobald es im Gange ist nicht statt. Doch können neue Einathmungen zwischentreten, wenn aus wiederholtem Lachen ein Gelächter sich bildet. — Sehr merkwürdig ist es, daß beim Lachen, trotz des nachlassenden Impulses auf den herumschweifenden und den Zwerchmuskelnerven von Seiten der Gehirntheile, doch beide Nerven gleich hinter einander vom Antlitznerven eine auf Contraction von ihnen versorgter Theile hinwirkende Einwirkung im Verlaufe ihrer Stämme erleiden.

Hierdurch eben bewirkt die Natur, daß die Respirationsbewegung beim Lachen eine reine Muskelbewegung ist, und das respirirende Eingeweide, welches

dabei

dabei im freien expandirten Zustande sich befindet, nur von seiner Umgebung mechanisch erschüttert wird; da es hingegen beim gewöhnlichen Athmen gelinde (vergl. I. E. 1. u. F. 2. 5.) und beim Husten heftig (vergl. 4) sich mit zusammenziehen muß. Darum ist das Lachen ungeachtet der dabei vorkommenden Nervenreizungen, eine so freie und so behagliche Bewegung, (worin vom Husten das Gegentheil gilt). Doch läßt die außerordentliche Verwickelung des Vorganges und seine Annäherung zum Husten selbst, allerlei Unordnungen seinem Verlaufe zu, wodurch außer dem wirklichen Husten, Spannungen, Schmerzen, übermäßige Erschütterungen und Erstickung drohende Hemmungen des Athmens entstehen können. — Eine mehr äußere Aehnlichkeit des Hustens und Lachens, die aber erlaubt eines durch das andere zu verstecken, ist die Affection der Stimmritze bei beiden; ihre stärkste Aehnlichkeit im Wesentlichen sind die durch Nervenreizung bewirkten Bewegungen zum Ausathmen und ihre wesentlichste Verschiedenheit die sehr verschiedene Art jener Nervenreizung, wodurch bewirkt wird, daß während des Lachens nicht wie während des Hustens das Gehirn auf's Einathmen hinwirkt, und daß das Lachen mit einer ihm eigenen Inspiration anfangen muß, was beim Husten nicht vorzukommen braucht. — Dem Niesen ist das Lachen am stärksten entgegengesetzt; denn bei jenem wird die inspiratorische Bewegung durch Nervenverkettung, die exspiratorische Explosion hingegen durch Reaction des Gehirns hervorgebracht

(vergl. 3.), wovon bei diesem fast rein das Gegentheil statt findet. — Dem Gähnen ist das Lachen in der Hinsicht ähnlich, als bei beiden eine Affection des eigentlichen Encephalums hauptsächlich zum Grunde liegt, aber diese ist höchst verschiedener Art und wirkt beim Gähnen auf den herumschweifenden Nerven direct, auf den Antlitznernen nur indirect (vergl. 2.); beim Lachen umgekehrt. Auch tritt bei diesem nicht jene dem Gähnen wesentliche Mitwirkung des Ganglien-systems ein.

Es kann jedoch ein Lachen auch ohne freudigen Affect und ohne Wirkung des Lächerlichen vom Ganglienssysteme aus bewirkt werden; sobald dadurch das Hirn in jene den Antlitznerven aufregende Affection geräth; was bei Hysterie, wo überhaupt die mannigfaltigsten und abwechselndsten Formen der krankhaften Erscheinungen statt finden, zuweilen der Fall ist. — Auch das sardonische Lachen leitet Sömmerring (a. a. O. Seite 361.), und wie es scheint mit Recht, von einer Zurückwirkung des Hirns auf den Antlitznerven her. — Der Kitzel ist mit einer eigenen Modification des Bewustseins, also mit einer Affection des Sensoriums verknüpft, woraus unwillkürlich sich auch das Lachen entwickeln kann. — Zugleich ohne Vermittlung eines Bewustseins und doch durch nahe Reizung seiner eigentlichen Ursprungsstelle sah man es, wie Haller anführt, von einem Falle auf's Hinterhaupt entstehen.

Haben die Thiere auch die Art des Lachens nicht wobei sich die Vermittlung durch das Bewußtsein nicht einmischt? Und wie verhält sich dies zu etwa ihnen fehlenden Nervenverknüpfungen? (vergl. 3. am Ende).

6. Das Weinen.

Beim Weinen geht ebenfalls der Vorgang davon aus, daß ein bestimmtes Centralnervenende im Hirne afficirt wird, aber nicht sowol das des Antlitznerven, dessen Affection hier vielmehr nur negativer Art sein kann, sondern wie vorhin (5. zu Anfange) schon angeführt wurde, das des dreiästigen. — Es giebt ein Weineln (wenn man nach der Analogie es so ausdrücken darf) wie es ein Lächeln giebt; indem nämlich dann die Erregung sich auf den dreiästigen Nerven beschränkt, und dieser durch seine Zweige die Thränenorgane rührt, auch dem Antlitze einen besondern und dem beim Lachen entgegengesetzten Ausdruck giebt; ohne daß jedoch die Respirationsorgane in eine abweichende Bewegung kommen. Wirkt aber der deprimirende Affect, den das Weinen gewöhnlich begleitet, mit mehrerer Heftigkeit, so entstehen nicht nur stärkere Wirkungen z. B. Krampf der Muskeln der untern Kinnlade, durch die Zweige des fünften Nervenpaares selbst; sondern auch noch andere sich über einen weiteren Umfang erstreckende.

Die Reizung des dreiästigen Nerven theilt sich alsdann durch den sympathischen dem Zwerchmuskel-

nerven mit, und der Zwerchmuskel wird in Zusammenziehung versetzt. Aber auch der herumschweifende Nerve, der theils in einer mittelbaren Verknüpfung mit der Verzweigung des dreiästigen und theils mit diesem durch das gemeinschaftliche Centrum in einer noch genaueren steht (s. A.), nimmt an jener Reizung Theil. So entstehen Bestrebungen zum Ausathmen, die jener ersteren auf das Einathmen hinwirkenden Action entgegenwirken. Und in diesem Widerstreite von inspiratorischer und exspiratorischer Bewegung besteht das Weinen als Modification der Respirationsbewegung.

So geschwind diese Erklärung fertig ist, so wenig kann sie genügen. Widerstreit der Respirationsmomente findet auch beim Husten, beim Lachen statt; und wollten wir auch die eben angegebene Entstehungsweise als das Unterscheidende davon betrachten, so zeigt sich ja bei genauerer Betrachtung eine so vollkommene Uebereinstimmung mit der Erklärung des Niesens (vergl. 3.), daß hiernach Niesen und Weinen einerlei sein müßte. — Nun haben wir zwar beim Lachen das Niesen als den stärksten Gegensatz desselben bezeichnet (vergl. 5. am Ende); und daß auch das Weinen einen Gegensatz damit bildet, würde sich mit jener Angabe ganz gut reimen: — dennoch ist die charakterische Eigenthümlichkeit des Weinens seiner Form nach schon so bedeutend, daß es durchaus auch im inneren Zusammenhange sich sehr wesentlich unterscheiden muß.

Das

Das eigentliche Weinen (fletus) hebt nämlich mit heftigem unregelmäßigen Einathmen an, geht darauf in schnelle kleine und abgebrochene Ausathmungen über, worauf eine stärkere lauttönende Ausathmung und endlich ein seufzerähnliches tiefes Einathmen folgt. — (Diese Beschreibung, wobei besonders Haller und Burdach zu vergleichen sind, halte ich für die naturgemäße Darstellung des Vorganges, sobald er vollständig und ungestört ist). — Es fragt sich nun, woher dieser sonderbare Zug von Bewegungen, dieser Sorites gleichsam von Abweichungen des Athemholens komme.

Zuerst muß erinnert werden, daß jene allgemeine Erklärung nicht gerade unrichtig ist, und der Natur und Verknüpfung der in Frage stehenden Theile nach nicht einmal unrichtig sein kann; sondern daß sie nur zu oberflächlich ist. Indem wir dies zeigen, wird sich zugleich die eigenthümliche Beschaffenheit des Weinens und besonders der Grund der Abweichung seiner Erscheinungen von denen des Niesens von selbst darstellen. —

Die Leichtigkeit, mit welcher eine gehörig starke Reizung des dreiästigen Nerven sich dem Zwerchmuskelnerven mittheilt hat sich bei der Betrachtung des Niesens (3.) hinlänglich zu erkennen gegeben. Beim Entstehen des Weinens ist zwar der Weg (nämlich bis zu den sogenannten Wurzeln des sympathischen Nerven) etwas weiter; dafür aber geht auch die Reizung vom Centraltheile aus und von einem Affecte,

der

der auf den sympathischen Nerven eine vorzügliche Beziehung hat. Vermittelst der durch diesen geschehenden Aufregung des Zwerchmuskelnerven ist es also natürlich daß das Weinen mit Inspiration anhebt. —

Aber der dreiästige Nerve, dieser Antagonist des Antlitznerven, welcher letztere beim Lachen das Centralende des herumschweifenden abspannt (vergl. 5.) und so auch beim ersten Eintreten des Niesens zugleich mit diesem abgespannt ist (vergl. 3.), — der dreiästige Nerve bringt durch seine Reizung beim Weinen zugleich eine des herumschweifenden Nerven im Centraltheile selbst hervor, die natürlich früher, als jene nachfolgende beim Niesen (3) eintreten muß, weil sie bei letzterem von der Nasenhöhle herkommt, beim Weinen aber im verlängerten Marke selbst bewirkt wird; und die aus eben diesem Grunde beim Weinen auch größere Kraft haben muß, sogleich in den Vorgang selbst wenigstens mit einzugreifen. Daher kommt bei aller Stärke derselben das Unregelmäßige und Gezwungene der Inspiration, womit das Weinen anhebt. —

So wie aber jener Zustand von Reizung im herumschweifenden Nerven zunimmt, bekommt beim Weinen die exspiratorische Bewegung mehr und mehr das Uebergewicht. Es entsteht nun ein Streit zwischen der Thätigkeit des Zwerchmuskelnerven und der des herumschweifenden Nerven, ähnlich wie beim Lachen (worauf auch die Aehnlichkeit damit für die Wahrnehmung beruht), aber doch davon bedeutend

ver-

verschieden. Denn die Action des herumschweifenden Nerven wird beim Lachen von einem andern Nerven her beim Weinen vom Centralende her bestimmt, und die Lungen selbst befinden sich bei der letzteren drin-genderen und heftigeren Art von Aufregung ihrer Nerven in einem weit mehr gebundenen Zustande (vergl. 5.); so wie selbst auch der Zwerchmuskel, der beim Lachen mehr zu hüpfenden Bewegungen aufgereizt, als eigentlich beherrscht wird (vergl. 5.). Lauter Gründe, warum die Exspirationen, womit das Weinen fortfährt, kleiner und unvollkommener sind. — Daß aber beim Niesen die exspiratorische Thätigkeit, ohne solche Unterbrechung, gleichmäßiger steigt, rührt erstens her von ihrem Entstehen aus jener entfernteren Reizung, wobei sie nur schwächer anfängt, und zweitens von dem Anhalten und der allmäligen Zunahme des Reizes in der Nasenhöhle selbst; daher auch, wenn dieser nachläßt das Ausathmen wol ganz unterbleibt (vergl. 3.) und wenn er sehr heftig ist, durch Ausathmen, selbst beim Niesen, das Einathmen schon einigermaßen unterbrochen werden kann. —

Die auf das Ausathmen hinwirkende Reizung bekommt aber, weil sie die vom Gehirne ausgehende beim Weinen ist, über die bloße Nervenreizung bei demselben, wobei ohnehin den Zwerchmuskelnerven der herumschweifende bald wieder mehr abspannt, zuletzt ein solches Uebergewicht, daß die Ausathmung allein übrig bleibt; und nun wie beim Niesen eine starke Exspiration folgt. Da bei letzterem der Vor-

gang

gang kürzer ist, so sind wann die Explosion erfolgt die Zweige vom dritten Ast des fünften Paares, der dabei überhaupt stärker afficirt zu sein scheint, noch in starker Spannung; dahingegen beim Weinen jene primäre Reizung wann das ungehinderte starke Ausathmen erfolgt gewöhnlich schon mehr nachgelassen hat; so daß nun mit Hülfe der geöffneten Mundhöhle bei der zugleich statt findenden Affection der Kehlkopfsmuskeln ein heller und starker Ton erfolgt, statt daß vorher ein mehr abgebrochener und schwächerer das Weinen begleitete. (Will man dies in seiner ganzen Vollständigkeit sehen und hören, so muß man es bei Kindern beobachten, wo der Affect reiner wirkt und das Gefühl für Schicklichkeit die Ausbrüche noch nicht mäßigt und stört). —

Der Kampf zwischen den auf das Athemholen wirkenden Nerventheilen ist nun gebrochen; und die eben betrachtete starke und freie Ausathmung ist rein eine Wirkung der Gehirnreaction. Die antagonistische Wechselwirkung zwischen den Gehirntheilen (I. F. 5. u. 6.) ist also wieder in ihre Rechte eingetreten, und der starken Reaction des verlängerten Markes (die jene Ausathmung bewirkt) kann alsdann eine angemessene des Rückenmarkes so zu sagen antworten. Es erfolgt nun endlich zum Beschlusse jene starke Inspiration, die durch ihre Freiheit und Tiefe dem Seufzen (vergl. 1.) ähnlich ist; und damit hat der gesammte Act des Weinens sein Ende erreicht. — Fängt aber die primäre Reizung im Gehirne immer

wie-

wieder auf's Neue an, so folgen mehrere dergleichen Acte, oft sehr viele, gleich hinter einander; und werden nur kurz durch jene dann heftigeren seufzerähnlichen Inspirationen von einander geschieden. — Der Grund, warum man das Weinen (weit mehr als das Lachen) so lange aushalten kann scheint darin zu liegen, daß bei ihm die Inspiration so viel mit in's Spiel kommt.

Lachen und Weinen befördern übrigens beide den kleinen Kreislauf; und das Weinen erleichtert den deprimirenden Affect dadurch, daß es beim völligen Ausbruche der Reizung des Nervensystems zur Ableitung dient. — Das Lachen kann übrigens, ungeachtet dabei der Antlitznerve wirkt (vergl. 5.) neben den dreiästigen so afficiren, daß Thränen dabei vergossen werden. Umgekehrt scheint bei einigen Individuen beim Weinen an der Reizung des fünften Nerven auch der Antlitznerven einen ungewöhnlichen (vergl. oben) positiven Antheil zu nehmen; so daß der Ausdruck des Weinens bei ihnen dem des Lachens ähnlich sieht. —. Ein Anderes ist es, wenn die Affecten selbst einander in's Spiel kommen, und (wie bei Homer's Andromache) ein weinerliches Lächeln entsteht.

Von einer Affection des sympathischen Systems, besonders durch Anhäufung in der Brust und daraus entstehende Angst, alles Weinen (mit Sömmerring) herleiten zu wollen, wäre wie Haller schon zeigte sehr irrig. Doch möchten wir uns auch nicht

(mit

(mit Diesem) bei dem hysterischen Weinen blos auf den traurigen Affect berufen.

Dieser Affect hätte im Vorstehenden bei der Erklärung sehr mit benutzt werden können; denn allerdings ist dabei die Nervenaffection von eigener gleichsam krankhafter Art, was auf das Unregelmäßige und ebenfalls Krampfhafte in der Respirationsbewegung beim Weinen einen großen Einfluß hat. Doch war auf jene Art die Darstellung klarer und einleuchtender; und zudem konnten wir nöthiger Kürze wegen uns hier auf die Natur und Verhältnisse jener Affecten selbst nicht einlassen (wovon im Zusammenhange vielleicht künftig die Rede sein wird.)

7. Das Schluchzen und der Schuck.

Wenn das Weinen an seinem vollkommneren Ausbruche gehindert ist ohne doch wirklich aufzuhören (z. B. bei Kindern durch ein Verbot, bei Erwachsenen durch die Rücksicht auf den Anstand u. s. w.), so wird daraus ein Schluchzen; welches außer dem mehr Gezwungenen und gleichsam Gepreßten des Vorganges, das eigene hat, daß dabei die inspiratorische Bewegung mehr als beim eigentlichen Weinen vorwaltet und ein kläglicher Ton beim Einathmen, wobei er im vollkommneren Weinen nur zwischendurch einmal statt findet, vorzugsweise hervorgebracht wird. — An dieser Veränderung ist nun überhaupt die Willkür schuld, die aus dem an sich ganz unwillkürlichen Weinen ein Schluchzen macht. Sie

arbei-

arbeitet nämlich der unwillkürlichen Reizung im Gehirne, die (vom verlängerten Marke her) auf das Ausathmen hinwirkt und der zugleich statt findenden Nervenreizung (vergl. 6.) dadurch entgegen, daß sie den freigebliebenen Gehirntheil nämlich das auf die Inspirationsmuskeln wirkenden Rückenmark in Thätigkeit versetzt. Geschieht dies mit hinlänglicher Stärke, oder ist die unwillkürliche Gegenwirkung nicht zu heftig, so wird das Weinen ganz unterdrückt; widrigenfalls es die angegebene Modification annimmt und in ein Schluchzen übergeht.

Man sieht hieraus, wie sehr verschieden das wahre Schluchzen von dem an sich ganz unwillkürlichen Vorgange sei, den man auch wol so zu nennen beliebt.

Der in Niedersachsen mit dem Nahmen Schuck bezeichnete Act (der wahre singultus) wird weder durch das Wort: Schlucken (was so viel wie Schlingen heißt) noch durch: Schluchzen, richtig bezeichnet. Mit letzterem hat er nur darin Aehnlichkeit, daß bei ihm ebenfalls eine inspiratorische Bewegung statt findet, und daß bei derselben eine Stimmbildung (die sonst in der Regel beim Ausathmen statt findet), nämlich ebenfalls jener pfeifende übelklingende Ton erfolgt. Sehr verschieden aber von dem Schluchzen ist der Schuck in Hinsicht auf die Art, wie er hervorgebracht wird.

Die plötzlich eintretende schnelle und heftige Einathmung, worin er besteht, geschieht bei ihm ganz eigends

gends durch eine Zusammenziehung des Zwerchmuskels, die man wie eine Art von Zuckung desselben betrachten kann. Sie wird nämlich nicht durch den gewöhnlichen von oben her kommenden Impuls (l. F. 3. u. 5.) hervorgebracht; sondern durch eine regelwidrige Nervenreizung, wovon Haller beinahe vollständig die Veranlassungen angiebt, und worüber er auch theoretisch viel Richtiges sagt. Die Zwerchmuskelnerven (nn. phrenici) sind dabei freilich auch afficirt, aber nicht vom Centraltheile aus, auch nicht durch obere Verknüpfungen, sondern in ihrer Verwebung in der Oberbauchgegend (falls nicht, was zuweilen sich ereignet, eine unmittelbare Verletzung des Zwerchmuskels den Vorgang bewirkt). Auf den Stimmnerven selbst scheint die Affection sich durch den Zwerchmuskelnerven aufwärts fortzupflanzen, und da beide mit einander nicht in der Brusthöhle sondern erst weiter oben verknüpft sind (vergl. A.), so wird der Stimmnerve hierbei auch besonders als solcher und nicht so sehr als Lungennerve afficirt, so daß Inspiration geschehen kann und doch zugleich ein Ton entsteht; an dessen eigener Modification übrigens das Schnellen des Kehldeckels seinen Antheil haben mag.

Es ist also besonders die Verknüpfung des Zwerchmuskelnerven mit dem Gangliensysteme im Unterleibe, woraus bei regelwidrigen Zuständen des Magens oder anderer Unterleibsorgane der Schuck seinen Ursprung nimmt; nur muß die Reizung, falls sie auch von ferne oder von andern Seiten her sich entspinnt und

fort-

fortpflanzt wenigstens vorzugsweise die untere Seite des Zwerchmuskels treffen. Die Action des sympathischen Systems hierbei ist theils mehr einseitig und theils auch anderer (mehr krampfhafter) Art, als jene beim Gähnen, wodurch das Rückenmark in Aufregung versetzt wird (vergl. 2.). Döllinger hatte also in so fern Recht, wenn er den Singultus dem Gegensatze der untern zu der obern Fläche des Diaphragma, das Gähnen hingegen dem Gegensatze der Bauchhöhle und Brusthöhle im Großen und im Ganzen zuschrieb.

Der Schuck ist, wenn eine primäre Veränderung im Unterleibe ihn hervorruft, im Allgemeinen bei weitem weniger bedenklich; als wenn er nur die mittelbare Folge eine Veränderung in den höheren Lebensfunctionen, und insbesondere in dem Leben des Cerebralsystems ist. Alsdann tritt er, z. B. bei schweren Fieberkrankheiten, als naher Vorbote des Todes auf. — In diesen Fällen wird nämlich die regelwidrige Einwirkung des sympathischen Systems auf den Zwerchmuskel nicht dadurch hervorgebracht, daß in dessen eigener Sphäre sich ein besonderer Reiz befindet, sondern dadurch, daß das Cerebralsystem in seiner Thätigkeit schon halb gelähmt ist, und auch das sympathische, wiewol es als das niedere weniger früh lahm wird, doch schon nur noch krampfhaft wirken kann. (Jener verschiedenen Vitalität beider Systeme wegen ist beiläufig gesagt das Sehnenhüpfen ein weit früher eintretendes Symptom als der Singultus).

Da

Da das Periodische im Körper nicht nur dem sympathischen Systeme vorzugsweise angehört, sondern auch insoweit es von diesem abhängt, wegen seiner Trägheit beträchtlichere Intervallen macht (m. vergl. meine pathologischen Untersuchungen); so hält der Schuck mehr als jene von oben her kommenden, oder doch von daher mit bewirkten, Abweichungen des Athemholens seinen bestimmten Tact, und ist eine intermittirende Zuckung mit abgemessenen Zwischenräumen; wie das Nervenfieber des sympathischen Systems ein intermittirendes Fieber ist.

Worin der Schuck dem Schluchzen, oder dem halb unterdrückten Weinen ähnlich sei, sahen wir vorhin. Es läßt sich aber leicht denken, daß das Weinen eben dann, wenn es ein Schluchzen ist, in den wirklichen Schuck, wie Haller anmerkt, am leichtesten übergehen kann. Denn indem die Willkür, aus dem Weinen ein Schluchzen machend, vorzüglich durch den Zwerchmuskelnerven auf den Zwerchmuskel einwirkt, der ohnehin beim Weinen schon noch auf eine andere Weise afficirt war (vergl. 6.), muß der Zwerchmuskel, sobald die widerstreitende Affection seiner Nerven sich stark genug bis zu deren unteren Endigung fortpflanzt, von dort aus leicht in jene zuckende Bewegung versetzt werden, worin der wahre Schuck besteht.

8. Das Keuchen.

Im Allgemeinen läßt sich das Keuchen nicht anders beschreiben, als daß es ein kurzes und häufiges

figes Einathmen und Wiederausathmen, also eine Beschleunigung der gewöhnlichen Respirationsbewegung sei.

Es hatte auf der einen Seite vielen täuschenden Schein der Wahrheit, wenn man sich dabei ehemals nur auf den Willenseinfluß berief; auf der andern Seite aber lehrt die Fordauer jener Beschleunigung selbst bei dem stärksten Willen sie aufzuheben, sobald sie einmal innerlich nothwendig geworden ist, daß das wahre Keuchen (anhelitus) nichts weniger als willkürlich ist. — Zum ächten Keuchen gehört überdies noch, daß es durch eine vermehrte Thätigkeit in dem allgemeineren Blutumlaufe hervorgebracht werde; denn das kurze Athemholen bei Entzündungen und Wunden der Brust, oder Schwäche und Fehlern der Lunge, oder einem in der Luftbeschaffenheit liegenden Hindernisse gehöriger Bewegung dieses Organs, gehört, wenn es auch ganz unwillkürlich ist, doch nur zum falschen Keuchen.

Hiervon gilt insbesondere Galen's Ausspruch, daß die Athemzüge wenn sie klein sind zugleich schnell seien; indem die Kleinheit, wie oftmals auch beim Pulse, durch die Beschleunigung gleichsam compensirt wird. Das ächte vom großen Kreislaufe her durch dessen Verstärkung angeforderte Keuchen besteht hingegen aus Athemzügen die nicht allein schneller sondern zugleich kräftiger sind (ähnlich den Pulsschlägen im hypersthenischen Fieber); wodurch dann die durch die Lungen gehende größere Blutmasse zugleich doch hinlänglich die Einwirkung der Luft erfährt.

Nicht

Nicht jede Beschleunigung des Pulses beschleunigt das Athmen, und es findet überhaupt kein so bestimmtes und genaues Verhältniß der Herzbewegung mit der Respirationsbewegung statt (worüber Haller nachzusehen ist), daß man eine wesentliche und nothwendige Verknüpfung beider Bewegungen durch Nervenzusammenhang annehmen könnte (vergl. A.). Vielmehr zeigt der gar nicht entsprechende langsamere Fortgang des Athemholens bei beschleunigtem Pulse, sobald dieser nur nicht zugleich wirklich energischer ist, daß die Beschleunigung des Athemholens vom Herzen her, also das ächte Keuchen, von den Blutgefäßen abhängt, nämlich von der größeren Blutmasse, welche bei wahrhaft energischerer Thätigkeit der Organe des großen Kreislaufes in die Lungen hineingetrieben wird. Dies mehrere Blut wirkt alsdann auf die lebendige Receptivität der Lunge insofern diese blutverwandelndes Organ ist, örtlich als ein vermehrter Reiz, der ihre Selbstwirksamkeit zu lebhafterer Action anspornt. Die Centraltheile des Nervensystems tragen alsdann zu dieser vermehrter Bewegung freilich mit bei; werden aber erst mittelbar (vergl. I. F. 8. und die Schlußbemerkungen) zum schleunigeren und kräftigeren Impulsgeben angetrieben.

Das Keuchen ist übrigens nicht sowol einzelner und abgesonderter Act, wie die vorher betrachteten Abweichungen des Athemholens, als vielmehr eine zusammenhängende Bewegung. Es unterscheidet sich auch in Hinsicht auf seinen Hergang selbst gar nicht

wesents

wesentlich, sondern nur als ein höherer Grad von der übrigen Respirationsbewegung. Und wenn es einmal entstanden ist, so pflegt es nicht eben gar schnell wieder vorüberzugehen. Es macht also einen Uebergang zu der jetzt folgenden Abtheilung.

C. Andauernde Abweichungen der Respirationsbewegung.

Die Veränderung des Athemholens durch Willenseinfluß, welche im wachenden Zustande sehr gewöhnlich und anhaltend ist und wieder allerley Modificationen annehmen kann; die Veränderung ferner des Athemholens durch den Schlaf, und endlich durch verschiedene Krankheiten werden wir hier theoretisch näher untersuchen. Es ist zwar von alle Diesen in den ersten Rubriken der ersten Abhandlung schon die Rede gewesen; aber mehr oberflächlich und empirisch, und nur in der besondern Absicht, dadurch auf eine gründlichere Erklärung des Athemholens, im Ganzen, hinzuleiten. Jetzt muß diese wieder jenen Abweichungen zur Erklärung dienen.

1. Veränderungen des Athemholens durch Willenseinfluß.

Der Wille kann die Respirationsbewegung in Hinsicht auf ihre Geschwindigkeit und das Verhältniß der Dauer ihrer Momente verändern, er kann sie einigermaßen hemmen, sie in einen gleichsam ver-

schrobenen Zustand versetzen, auch ihre unwillkürlichen Modificationen (B.) mehr oder weniger unterdrücken, befördern, nachahmen, oder in einzelnen Erscheinungen anders bestimmen als ihr natürlicher Gang es mit sich bringt. In diesen mannigfaltigen Beziehungen zeigt sich die Willkür bei wachenden Menschen im gesunden und selbst in krankhaften Zuständen so viel und so oft wirksam; daß es kein Wunder war, wenn man sonst die ganze Respirationsbewegung von der Willkür herleiten wollte, und wenn in neuester Zeit Manche darauf wenigstens den ganzen directen Einfluß des Nervensystems auf die Respirationsbewegung zurückzubringen suchten.

Die Willensaction geht von denselben Centraltheilen des höheren Nervensystems aus, von denen aus das Athemholen überhaupt, als unwillkürliche Bewegung regiert wird (vergl. I. F.). Eben darauf beruht es, was man so oft bewundert hat, daß gerade diese Function an sich unwillkürlich und doch dem Willenseinflusse so sehr unterworfen ist. Dieselben Nerven leiten den willkürlichen und den unwillkürlichen Einfluß des Gehirns (das Rückenmark mit eingeschlossen) auf die Werkzeuge des Athemholens. Und darum kommen die Lungennerven bloß von einem Gehirnnervenstamme; dahingegen in die Herzgeflechte sich Zweige von diesem nur einmischen als eine den Einfluß der Affecten leitende Zugabe zu dem größeren Antheile des sympathischen Systems, woran sich der Willenseinfluß bricht.

bricht *). — Man kann zugeben, daß die Veränderung des Athemholens von Seiten des Willens hauptsächlich durch Einwirkung desselben auf die eigentlich muskulösen Theile des Thorax geschehe, ohne ihm einen Einfluß auf die Lungenbewegung selbst gänzlich abzusprechen, der indeß weit geringer und beschränkter sein mag. Auch sind ja die Nerven der Respirationsmuskeln Rückenmarksnerven, und das Rückenmark ist vorzugsweise dominirendes Organ der willkürlichen Bewegung; nicht als ob es das ohne Zusammenhang mit dem Hirne sein könnte (vergl. indeß l. C. erste Note), oder als ob letzteres selbst nicht so wirken könnte (wovon die Muskelbewegungen am Kopfe das Gegentheil lehren), sondern weil die meisten Muskelnerven und die der hauptsächlichsten Bewegungswerkzeuge vom Rückenmarke kommen (vergl. I. F. 3.), und weil alle Rückenmarksnerven (wenn schon nicht alle bloß) Muskelnerven sind, und das Rückenmark keinen abschickt, der dies gar nicht wäre (wie unter den Hirnnerven das erste, zweite und achte Paar). Den splanchnologischen Gegensatz gegen

*) Mir scheint es als wenn die Fähigkeit einzelner Menschen, willkürlich ihre Herzbewegung zu verändern, nur eine indirecte durch die Affecten vermittelte gewesen sei. — Wenigstens weiß ich, daß bei einem für das dramatische Fach lebenden und selbst viel Schauspielertalent besitzenden Manne, der seinen Puls willkürlich verändern besonders auch viel kleiner machen, konnte, diese Vermittelung durch willkürlich erregte Affecten (man denke nur an Garrik) wirklich statt fand.

das Rückenmark, welches so zu sagen das myologische Nervensystem ist, macht das sympathische System, das Hirn aber ist gewissermaßen eine Synthesis oder höhere Vereinigung von Rückenmark und sympathischen System (nämlich in physiologischer Rücksicht, nicht in der auf den anatomischen Zusammenhang).

Was den Willenseinfluß selbst betrifft, insoweit er das Athemholen verändert, so würde der einfachste in einer solchen Verstärkung des unwillkürlichen Gehirneinflusses bestehen, wodurch das Einathmen und Ausathmen bloß kräftiger geschähe, ohne sich deshalb in der Dauer zu ändern; welches letztere aber schwerlich dabei jemals ganz unterbleiben möchte. — Von dem willkürlichen Langsamerathmen bemerkt Döllinger, der Natur und Beobachtung gemäß, daß dabei hauptsächlich auf den ursprünglichen Gegensatz der Zwischenrippenmuskeln und des Zwerchmuskels mit den Lungen gewirkt wird. — Eine geradezu schwächende Wirkung des Willens auf die Respirationsnerven hierbei anzunehmen, möchte im Ganzen dieselbe Widerlegung finden, womit Roose die Niemeyer'sche Hypothese über die Wirkungsart des Willens (vergl. I. F. 9.) bestritt; und es ist überhaupt sehr zu bezweifeln, daß dieser jemals direct schwächend wirken könne, da die Fälle welche sich dafür etwa anführen ließen doch nur auf eine Ableitung und ein Hinlocken der Nerventhätigkeit nach anderen Richtungen und Stellen hinauslaufen würden. Das Einathmen oder Ausathmen kann aber doch dadurch willkürlich verlängert wer-

den, daß dem Impulse der Theile des Nervensystems auf das Diaphragma und die Intercostalmuskeln, oder auf die Bauchmuskeln (und die Lungen) willkürlich eine größere (Stärke und) Dauer gegeben wird; wobei vermöge des ursprünglichen Antagonismus (I. F. 6.) der entgegengesetzte impulsgebende Gehirntheil sich desto länger nachgebend verhält. — Um im Gegentheile willkürlich schleuniger zu athmen wird die Action immer auf den entgegengesetzten Gehirntheil willkürlich schneller übertragen. Auch kann zugleich vielleicht, wenn man schnell aus dem einen Momente der Respirationsbewegung in den andern übergehen will, dem eben statt findenden unwillkürlichen Impulse geradezu durch die Willkür entgegengewirkt werden; wobei aber eine specifische Verschiedenheit dieser willkürlichen und jener unwillkürlichen Action (die sich bezweifeln läßt) angenommen werden müßte, da eine direct schwächende Wirkung des Willens, wie gesagt, schwerlich existirt. — Es ist uns leichter und natürlicher, das Athemholen willkürlich zu beschleunigen, als verlangsamen; was sich aus dem bisher Angeführten auch leicht erklären läßt. — Uebrigens scheint besonders bei solcher willkürlichen Beschleunigung jener Einfluß des Rückenmarkes durch den Beinerven, auf das zehnte Nervenpaar selbst, mit in's Spiel zu kommen (vergl. I. F. 14). —

Um die Respirationsbewegung bedeutend zu verstärken nehmen wir den mehr äußerlichen Muskelapparat mit zu Hülfe, der in der Regel nur dem

Willen

Willen gehorcht. Das Athemholen wird dann kräftiger und schleuniger zugleich. Auch bei den Keuchen, selbst wenn es ächt und seiner Entstehung nach ganz unwillkürlich ist (vergl. B. 8.) kommt doch dieser nur durch den Willen bewegte Apparat mit in Thätigkeit, durch einen die Willkür zwingenden Drang und durch die vermehrte allgemeine Aufregung des Centraltheils vom Nervensysteme; auf welchen beiden Punkten überhaupt die Beziehung der Respirationsbewegung zu der willkürlichen Muskelbewegung *) beruht. Da aber der mehr äußere Apparat eigenthümlicher der Willkür angehört, so können wir das Keuchen leichter insoweit es von ihm abhängt, als in dem Wesentlicheren des Vorganges unterdrücken.

Von dem längeren Verharren in einem oder dem anderen Momente des Athemholens ist das eigenlich sogenannte Anhalten des Athems beim Drängen oder der starken Körperanstrengung (nixus.) zu unterscheiden; wobei die zur Inspiration und die zur Exspiration wirkenden Kräfte, mit Verschließung der Luftwege, zumal angespannt werden; und wovon Haller (eben weil der Willkür, der er das Athemholen überhaupt beimaß hier wirklich der Vorgang allein zukommt) schon eine so vortreffliche Ansicht gegeben hat, daß wenig hinzugefügt werden kann. — Die unwillkürlichen Spannungen des Athemholens (B.) vermögen keine solche Gleichzeitigkeit

*) Vergl. Burdach's Physiologie pag. 402.; wo der Ausdruck: für immer, viel zu stark ist.

keit beider Momente der Respirationsbewegung zu bewirken; sondern es finden bei ihnen, wie hauptsächlich die Betrachtung des Niesens (B. 3.) und des Weinens (B. 6.) gezeigt hat, nur Annäherungen dazu statt; und selbst bei dem Stillstehen des Athmens durch Schreck (vergl. I. C.) ist es die Frage, ob dabei die wirkenden Theile in einer übertriebenen Spannung seien, oder nicht vielmehr in einer gleichsam paralytischen Abspannung. —

Als nahe Folge dieser Anstrengung kann unleugbar durch Blutflüsse oder Druck des Blutes au'fs Gehirn (vielleicht auch mit durch die heftige innere Anstrengung des Nervensystems) der Tod eintreten, wovon man merkwürdige Beyspiele angeführt findet. — Ob aber ein Mensch durch willkürliches Beharren in dem Einathmen oder in dem Ausathmen sich tödten könne; das ist eine andere Frage (vergl. I. B.). Roose kann sich nicht enthalten, an der Wirklichkeit der angeblichen Fälle dieser Art zu zweifeln; und wenn man die von Haller *) angeführten betrachtet, so muß man jenem Zweifel um so mehr beistimmen, je leichter hierbei auf Rechnung heftiger Affecten der Tod zu schreiben wäre; — wenigstens scheint die Hauptwirkung in solchen Fällen durchaus diesen anzugehören. — Erwägt man die von neueren Physiologen aufgestellten Gründe gegen die Willkürlichkeit des gewöhnlichen Athemholens, so mußte man billig erstaunen unter der Aufschrift: das

Athmen

*) Elem. physiol. Tom. III. pag. 252.

Athmen ist eine willkürliche Action, auf einmal von Herrn Weigel *) Fälle mitgetheilt zu finden, die den alten Irrthum bestätigen sollten. Betrachtet man aber die von Caldani beobachteten genauer, so laufen sie auf eine durch Uebung erlangte ungeheure Gewalt über die auf den Thorax wirkenden Muskeln hinaus, nach deren übermäßiger Anstrengung obendrein noch eine unwillkürliche antagonistische Bewegung derselben zurückblieb. Uebrigens zeigen diese Fälle, daß es nicht leicht ist durch gewaltsame Fortsetzung Eines der Respirationsmomente zu sterben. Der von Monti beobachtete künstliche Scheintod **) ist mehr merkwürdig in Hinsicht auf die dabei vorgekommene starke Abhängigkeit der Herzbewegung von einem willkürlich erregten Zustande des Nervensystems. Hierauf läßt sich dann das oben Gesagte anwenden; doch ist es wohl möglich, daß der organische Bau selbst, bei einzelnen Individuen, dergleichen begünstigt, indem etwa bei ihnen die von Hirnnerven entspringenden Beiträge zum Herzgeflechte vorzüglich stark und vollständig sind, und insbesondere in Hinsicht des vom herumschweifenden Nerven kommenden einzelne menschliche Individuen den Thieren, wo der Beitrag dieses Nerven zu jenem Geflechte beträchtlicher ist, sich vielleicht mehr annähern (?). — —

Die

*) Reil's und Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. Bd. 7. pag. 140.

**) M. sehe auch Haller l. c. pag. 254.

Die ganze Nothwendigkeit des Athemholens beruhet aber auf der innern organischen Einrichtung jenes Systems von zum Athemholen wirkenden Theilen (I. F.); und besonders auf dem inneren Antagonismus der Theile des Gehirns und deren ursprünglichen Verhältnisse zu den eigentlichen Respirationsorganen, welches körperlich dadurch ausgedrückt ist, daß ein Hirnnerve zu der Lunge, ein Rückenmarksnerve zum Zwerchmuskel geht. Hieraus entspringt hauptsächlich der unwiderstehliche Drang zur Fortsetzung des Athemholens; wobei indeß die durch den gehinderten Blutlauf und das gestörte chemische Lungengeschäft entstehende Angst auch das Ihrige thut. Die Hinderung des Blutlaufes beim Verharren in irgend einem der Respirationsmomente ist überdies durch ihre Wirkung auf die Centraltheile des Nervensystems ein fast mechanisches Mittel die Fortsetzung des Athemholens am Ende zu erzwingen. Verharret man im Ausathmen, so wird durch die immer stärker werdende Anhäufung von venösem Blute das Hirn so abgespannt (vergl. F. 7.), daß es endlich doch in seinem Impulse zur Exspiration nachlassen, und das Wiedereinathmen erlauben muß. Dauert das Einathmen zu lange, so wird, ungeachtet wie besonders Emmert gezeigt hat der kleine Kreislauf nicht gänzlich von der Respirationsbewegung abhängt, derselbe doch wenigstens geschwächt *), und dadurch eine ähnliche venöse Stagnation gegen das Hirn zu bewirkt; außerdem

*) Haller l. c. pag. 253.

dem aber findet bei zu anhaltender Inspiration keine gehörige Veränderung des Blutes durch die Luft mehr statt, und selbst das aus den Lungen kommende und zum Hirne gelangende ist dann endlich nur venöses. Bei der hierdurch entstehenden zu großen schon an Lähmung gränzenden Abspannung des Hirns kann aber das Rückenmark seinen Impuls für das Einathmen, der ohnehin auf Antagonismus der Thätigkeit beruht (I. F. 6.) um so weniger noch fortsetzen, je mehr es durch das in die Arterien aufgenommene venöse Blut besonders seine obere größere Strecke selbst in ihrer Thätigkeit einigermaßen gelähmt werden muß. Und so erfolgt dann von selbst endlich ein Ausathmen, dessen Anfang wenigstens mechanischer Art ist, und nach übertrieben langer Einathmung zunächst nur durch die mit einer gewissen Heftigkeit erfolgende Wirkung der Elasticität des Thorax und der aus der übermäßigen Hervortreibung sich wieder zurückziehenden Bauchmuskeln geschieht; wodurch aber sogleich auch die Gehirntheile erleichtert werden, und ihr Wechselspiel, vielleicht nicht ohne Hülfe der durch den heftigen Drang aufgeforderten Willkür wieder beginnen. — Da die Wirkung des zu sehr verlängerten Einathmens auf das Gehirn im Ganzen mehr eine indirecte und secundäre ist, und das Gehirn bei nicht allzulanger Inspiration auf eine ihm zusagende Weise durch arteriöses Blut aufgeregt wird (I. F. 8.); so muß man natürlich, was auch allerdings der Fall ist, in dem Einathmen leichter und länger ausharren können, als

als in dem Ausathmen. — — Sollte aber auch wirklich, was nach alle diesem, zumal bei der endlich entstehenden Betäubung, sehr zu bezweifeln ist, eine ungeheure Willenskraft durch Verharren im Einathmen oder Ausathmen tödten können, so würde dies eben so wenig, als der Tod durch starkes Drängen (s. oben) die Willkürlichkeit des Athmens beweisen, und nach Roose's richtiger Bemerkung *), eben so wenig, als aus der Wirkung des exaltirten Gemüths auf den Herzschlag eine Abhängigkeit der ganzen Herzbewegung vom Bewustsein gefolgert werden können.

Der Wille ist aber nicht nur im Stande, auf diese mannigfaltige Art die gewöhnliche Respirationsbewegung zu modificiren und einigermaßen zu hemmen; sondern er hat auch eine bedeutende Gewalt selbst über jene (unter B. betrachteten) besonderen und ungewöhnlicheren Arten des Athemholens (worüber dort Einiges gelegentlich schon bemerkt ist). Seine Wirkung ist in dieser Beziehung im Allgemeinen dreifach verschieden: entweder beugt er einer solchen Abweichung vor, oder er unterdrückt sie in ihrem Ausbruche selbst, oder er ändert sie wenigstens einigermaßen ab, wie z. B. das ausgebrochene heftige Weinen in das Schluchzen (vergl. B. 7.). —

Die stärkste Gewalt hat überhaupt der Wille über solche Abweichungen des Athemholens, die in dem Centraltheile des höheren Nervensystemes, worin er selbst, wirkt, ihren Ursprung nehmen, also namentlich

*) Antrop. Briefe pag. 131.

lich über das Seufzen, Lachen und Weinen, denn diese kann er geradezu in ihrer Quelle angreifen. Schwerer wird es ihm das Gähnen zu unterdrücken, theils weil dieses Ein Hauptmoment seines Entstehens in der Thätigkeit des sympathischen Systems hat (B. 2.), und theils, weil das andere Hauptmoment eine Abspannung des Gehirnes selbst ist, die das Wirken des Willens erschwert. Bei dem Husten, dem Niesen und dem Schuck wird durch die besondere Nervenreizung, die den Vorgang bewirkt, der Willenseinfluß schwierig gemacht, und beim Keuchen durch die Einwirkung des großen Kreislaufes auf die Lunge (vergl. B. 8.). Verhüthen kann daher der Wille diese letztgenannten Abweichungen auf geradem Wege eigentlich gar nicht, sondern nur dadurch, daß er etwa die Veranlassung abhält oder mindert (letzteres z. B. beim Niesen, wenn er den Reiz in der Nase durch schwächeres Einziehen der Luft verhindert zuzunehmen). — Ein besonderes Hinderniß macht dem Wirken des Willens bei solchen Abweichungen immer ein starkes Einmischen des Gangliensystems (vergl. mein Lehrbuch der Physiol.), das er außer dem Gähnen auch beim Niesen und beim Schuck antrifft (vergl. B. 3. und 7.). Leichter als diese unterdrückt er daher allenfalls den gewöhnlichen Husten, bei welchem jenes Hinderniß weniger in's Spiel kommt (vergl. B. 4.). — Abändern kann der Wille die Abweichungen der Respirationsbewegung in einzelnen Nebenpunkten mannigfaltig; indem er z. B. den Ton beim

Lachen

Lachen und beim Husten modificirt, die Mundhöhle beim Niesen gegen die Regel aufsperrt, sie beim Gähnen verschlossen hält u. s. w. Er wirkt hierbei auf solche Bewegungen hin, die ihm überhaupt vollkommener auch sonst schon unterworfen sind. —

Der gewöhnliche Kunstgriff, so zu sagen, den die Willkür anwendet, um die Abweichungen der Respirationsbewegung zu unterdrücken, und der zuweilen auch, wie bei dem Schuck, angewandt wird, ihrer Wiederkehr vorzubeugen, ist die gleichzeitige Anstrengung der gesammten vom Gehirne abhängenden Werkzeuge des gewöhnlichen Athemholens, also ein Anhalten des Athems (wie beim nixus, s. oben). Dadurch werden die im einzelnen vorgehenden antagonistischen Actionen, woraus jene Abweichungen resultiren, gestört und oft gänzlich gehemmt. Außerdem aber kann ein mehr oder weniger bedeutendes Hinderniß für die gesammte Verkettung jener Actionen bei einer gewissen Abweichung oft schon dadurch entstehen, wenn die Willkür auch nur von einer oder der andern Seite her eingreift. Wirkt z. B. beim Husten die Willkür auch nur auf den herumschweifenden Nerven und die der Bauchmuskeln, also auf das Exspiratorische dabei, so wird der Vorgang schon in seinem Fortschreiten gehindert, (dahingegen Einwirkung auf das Inspiratorische wegen der dadurch verstärkten Reizung der Luftröhre ihn befördert). Wird die exspiratorische Bewegung beim Lachen verstärkt, so geht, weil alsdann leicht die Luftröhrenzweige selbst

sich

sich mit contrahiren, (vergl. B. 5.), das Lachen leicht in Husten über. Willkürliche Verstärkung und Verlängerung der Inspiration beim Gähnen schwächt die antagonistisch folgende (vergl. B. 2.) Exspiration bei demselben; — u. s. w.

2. Veränderung des Athemholens durch Schlaf.

Wir haben oben (I. D.) den Einfluß des Schlafs auf das Athemholen schon in der Absicht betrachtet, daß dadurch die Abhängigkeit des letzteren von bewußtlosen Veränderungen im Gehirne erwiesen würde; und um zu zeigen, daß eine solche Abhängigkeit sich selbst in der Uebereinstimmung der Modificationen des Athemholens mit den Hirnzuständen zeige, verglichen wir dort schon den gewöhnlichen Schlaf mit dem bei der Ohnmacht mit dem zoomagnetischen und apoplektischen Schlafe. — Das dort Gesagte soll nicht wiederholt werden, sondern ist hier immer zu vergleichen; aber wir müssen nach Anleitung obiger Theorie (I. F.) noch tiefer in die Natur dieser wichtigen, gewöhnlich nur obenhin berührten Abweichungen eindringen.

Bei der Modification, die das Athemholen im Schlafe annimmt, ist die Veränderung des Vorganges überhaupt von dem veränderten Verhältnisse der Respirationsmomente zu unterscheiden; und wir wollen jetzt beides nach einander untersuchen. —

Das Athemholen ist im Schlafe überhaupt gleichmäßiger, langsamer und tiefer. —

Seine

Seine größere Gleichmäßigkeit in diesem Zustande erklärt sich mit Leichtigkeit daraus, daß darin nicht so viele abwechselnde körperliche Bewegungen (vergl. B. 8.) und geistige Anspannungen (I. C.) statt finden, und vorzüglich, daß der mannigfaltige Einfluß, den die Willkür auf das Athemholen hat (vergl. 1.) sich im Schlafe wenig äußern kann. Nur in Traumzuständen also, wo das Bewußtsein zuweilen sehr angespannt ist, und wo eine Art von Willkür, die jedoch kein gehörig reflectirender Wille ist, sich allerdings regen kann, wird bei Schlafenden die Gleichmäßigkeit des Athemholens häufig gestört; zuweilen jedoch auch wol ohne solche durch bloß körperliche Veränderungen. Alle dies ist aber unbedeutend gegen die fast unaufhörlichen größeren oder kleineren abwechselnden Verschiedenheiten der Respirationsbewegung bei wachenden Menschen; bei denen besonders auch die Stimmbildung und die Sprache mit in's Spiel kommt; (welche hier, als außer dem Zwecke liegend, in ihrem Specielleren übergangen wird.) —

Die Willensaction wirkt nun im Allgemeinen, und wenn wir nicht ausdrücklich das Gegentheil uns vorsetzen (vergl. 1.), auf das Athemholen beschleunigend; außerdem aber, auch ohne Zuthun der Willkür, jede Anspannung des Bewußtseins (vergl. I. C.); sie müßte denn so groß sein, daß das Athemholen welches dabei ohnehin schon klein ist, abwechselnd einmal ein wenig still stände. Die mit Bewußtsein wirkende Seelenthätigkeit ist also im Ganzen genommen

men als ein Beförderungsmittel des Athemholens, wenigstens für die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge seiner Momente anzusehen *); und der Schlaf als bewusstloserer Zustand, muß schon deswegen von einem langsameren Athemholen begleitet werden. —

Diese Langsamkeit hat aber noch einen besondern Grund eben in der Tiefe, die dem Athemholen des Schlafenden eigen ist. Der Wille kann freilich das eines Wachenden noch tiefer machen, auch bei starkem Keuchen ist es noch tiefer als bei Schlafenden; aber in der Regel hat die Willensthätigkeit eine solche Wirkung auf das Athemholen nicht, obwol sie es in der Regel beschleunigt. Das Athemholen bei andern Anspannungen des Bewusstseins (gewisse Affecten ausgenommen), wo der Wille sich nicht mit einmischt, ist aber sogar auffallend klein (vergl. I. C.). Die Regel also geht durchaus dahin, daß das Athemholen im Schlafe langsamer und tiefer, im Wachen zwar schleuniger aber weniger tief sei; — und nun zeigt sich das Zusammenhängende beider Punkte von selbst. Es ist nämlich mehr Zeit nöthig, einen tieferen, als einen flacheren Athemzug zu machen; und die Langsamkeit des Athemholens im Schlafe ist, zum Theil wenigstens, eine unmittelbare Folge seiner größeren Tiefe; diese aber wieder eine Folge seiner minderen Gestörtheit durch eingreifende höhere Seelenaction (s. oben). —

Ist

*) Vergl. Roose l. c. pag. 130. und mein Lehrb. d. Physiol. §. 110.

Ist aber das Athemholen des Schlafenden zugleich auch ein kräftigeres? — Wenn das schleunigere eines Wachenden immer ein solches wäre, wie beim ächten Keuchen (B. 8.) so könnte man geradezu mit Nein antworten; aber dann wäre auch das des Schlafenden nur langsamer und nicht wirklich tiefer. Da es dies ist, so ist es eben hiermit zugleich auch kräftiger; und das Bewußtsein, den gewöhnlichen Einfluß der Willensthätigkeit mit eingerechnet, ist für das Athemholen ungeachtet es in der Regel beschleunigend darauf wirkt, dennoch zugleich eine Störung, die es abhält, in seinen Acten zur gehörigen Perfection zu kommen. Wenigstens ist also der einzelne Athemzug eines Schlafenden, wenn er seine Eigenthümlichkeit hat, kräftiger als der der Regel angemessene eines Wachenden. — Ob aber das Athemholen im Ganzen bei einem Schlafenden kräftiger sei, und ein absolut größeres Resultat für die Blutverwandlung hervorbringe, ist eine andere Frage. Die Chemie und Eudiometrie ist wol noch weit davon entfernt, uns hierüber Gewißheit geben zu können; und aus dem Vorgange selbst läßt sich diese auch nicht geradezu schöpfen: — denn die weniger tiefen Athemzüge, die ein Wachender im Ganzen macht, könnten ja durch ihre größere Häufigkeit vielleicht Das in Beziehung auf das Blut ersetzen, was ihnen an Tiefe abgienge (vergl. B. 8.); obgleich dies wieder bezweifelt werden kann, wenn man das nothwendig vollkommnere Hinabdringen der erneuerten Luft in die Luftröhrenverzweigung

bei tieferem Einathmen bedenkt. — Das Resultat des Athemholens ist übrigens im Schlafe relativ ohne allen Zweifel größer, nämlich in Rücksicht auf den alsdann viel geringeren Aufwand, welcher von der in den Lungen erneuerten Kräftigkeit und belebenden Wirksamkeit des Blutes gemacht wird.

Bis so weit konnten wir allenfalls kommen, ohne auf den Unterschied des eigentlichen Typus der Respirationsbewegung im Schlafe und im Wachen, besondere Rücksicht zu nehmen. Jetzt müssen wir den einzelnen Act des Athemholens von seinem zusammenhängenden Fortgange und in dem einzelnen Acte wieder die einzelnen Momente unterscheiden. — Einathmen und Ausathmen bilden einen einzelnen vollständigen Act der Respirationsbewegung; aus einer Reihe solcher Acte aber besteht das Athemholen im Ganzen. — Zwischen dem ganz ruhigen Einathmen und Ausathmen ist keine Pause; eine merkliche hingegen, wie Autenrieth *) richtig bemerkt, zwischen dem ebenfalls ganz ruhigen Ausathmen und Einathmen; und so wie die ganze Aufeinanderfolge aller Respirationen im Leben mit Inspiration begonnen und mit Exspiration geschlossen wird; so bilden diese beiden auch für sich schon einen kleineren Cyklus, der wenn nichts der Respiration an sich fremdartiges sich einmischt, von dem nachfolgenden durch jene kurze Zwischenpause abgegränzt ist. Da nun im Schlafe die Respiration, ungeachtet sie darin wie immer vom Gehirne abhängt, doch

*) Handb. d. Physiol. Th. 1. pag. 284.

doch von Seiten des Bewußtseins ungestörter und in sofern mehr sich selbst überlassen ist (s. oben): so muß auch jene Pause bei dem Athemholen eines Schlafenden deutlicher und bestimmter hervortreten. Im Wachen kann sie nur bei einer diesem ungewöhnlichen Ruhe auf eine merkliche Weise statt finden, und sie zeigt sich dabei vorzüglich, wann bei eintretender Müdigkeit das Athemholen sich schon dem im Schlafe mehr nähert. — Daß das Ausathmen zum Theil wenigstens auf Elasticität, (wie wol nicht so sehr gerade der Bauchmuskeln) beruht (vergl. I. F. 10.), mag das schnelle Folgen der Exspiration auf die Inspiration allerdings, wie Autenrieth angiebt, begünstigen; davon aber daß eine Pause vor dem Wiedereinathmen eintritt, ist die innere Periodicität des Respirationsvorganges und sein mit der Gegenwirkung des Hirns in sich selbst beschlossener Cirkel von Thätigkeit (vergl. I. F. 6. u. 15.) der wahre Grund. —

Aber abgesehen von der eben betrachteten Pause hat außerdem noch das Athemholen im Schlafe einen anderen Takt, als im Wachen. Die Respiration ist im Schlafe nicht nur überhaupt länger, sondern es tritt zudem noch ein anderes Verhältniß ihrer Momente ein; und das Ausathmen dauert darin relativ zu dem Einathmen, länger als im wachenden Zustande: ein Umstand, womit indeß keinesweges ein wahres inneres Ueberwiegen der auf die Exspiration hinwirkenden Thätigkeit über die auf die Inspiration hinwirkende verbunden zu sein braucht. Vielmehr

zeigte sich schon oben (I. F. 5.), daß bei Aufhebung der Thätigkeit des herumschweifenden Nerven durch Verletzung, wobei also die Summe der die Exspiration bewirkenden Kräfte sehr vermindert ist, das Ausathmen sehr langedauernd wurde. Es könnte also leicht sein, daß die längere Dauer des Ausathmens im Schlafe von einer verminderten oder erschwerten Action der herumschweifenden Nerven herrührte. —

Eigentlich läßt aber dieser Punkt sich nicht auf's Reine bringen, ohne die größere Tiefe, die dabei zugleich das Athemholen zeigt, mit zu berücksichtigen; wir wollen also versuchen beide mit einander zu erklären. — Diese größere Tiefe geht zunächst das Einathmen an; und dieses hängt von dem Impulse des Rückenmarkes auf den Zwerchmuskelnerven ab (I. F. 3. u. 5.). Warum ist im Schlafe das Athemholen tiefer? heißt also so viel als: warum wirkt im Schlafe das Rückenmark mit mehrerer Energie auf den Zwerchmuskel ein? — Dies kommt aber daher, weil das Rückenmark in jener vielfachen genauen und starken Verknüpfung mit dem sympathischen Systeme sich befindet (vergl. A.), und an einer vermehrten Wirksamkeit dieses Systems deshalb näheren Antheil nimmt (vergl. B. 2.). Im Schlafe ist wirklich das Gangliensystem dem in seiner Energie gesunkenen und in seiner Thätigkeit geschwächten Cerebralsysteme überlegen; der niedere mehr an das vegetative Leben angränzende Theil des Centralorgans dieses letzteren ist aber das Rückenmark: kein Wunder also, daß

dieses

dieses zugleich mit dem Ganglienſyſteme in ſeiner Thätigkeit ſich hebt und auf die von ihm abhängenden Organe ſtärkeren Einfluß ausübt, in einem Zuſtande, wo hauptſächlich das Hirn in ſeinem eigenthümlichen Wirken ruht und das niedere Leben walten läßt. —

Das Hirn ſelbſt fährt nun zwar in ſeiner bewuſtloſen Thätigkeit auch während des Schlafes fort; aber ſie iſt doch weniger lebhaft als im wachenden Zuſtande, wo ſie zugleich dem Bewuſtſein als Baſis deſſelben entſprechen muß, und relativ gegen die erhöhte Thätigkeit des Ganglienſyſtems (und des Rückenmarkes) iſt ſie ganz beſonders vermindert. Sie wirkt alſo träger und ſchwächer durch den herumſchweifenden Nerven auf die Contraction der Lungen hin, die einen Hauptpunkt der Exſpiration ausmacht, wonach ſich das Uebrige richtet (vergl. I. C. 1. F. 5. u. 9.); und ſo iſt wirklich der Grund des langſamen Ausathmens im Schlafe der, den wir vorhin vermutheten. Wäre es bloß langſamer, als im Wachen, ſo könnte es doch zugleich kräftiger ſein, denn das tiefere kräftigere Einathmen im Schlafe geſchieht ja auch langſamer als im Wachen (ſ. oben). Es dauert aber im Schlafe länger als das Einathmen ſelbſt; und daraus eben ſieht man, daß es wirklich, wenigſtens relativ zu dieſem Einathmen ſchwächer iſt, und nur durch ſeine längere Dauer einigermaßen erſetzt was bei ſeiner Trägheit ihm an Energie abgeht. — Im Wachen, wo übrigens der geſammte Reſpirationsact kürzer iſt (ſ. oben), dauert

um-

umgekehrt die Respiration länger als die Exspiration; was Haller *) daraus erklärt, daß bei jener der Wille eine größere Menge von Muskeln anzustrengen habe, wir hingegen aus den Verhältnissen des Nervensystems besser herzuleiten im Stande sind, indem nämlich die überwiegende Energie des Gehirns im Wachen einen stärkeren exspiratorischen Impuls ertheilt. —

Man hat nicht zu besorgen, daß bei der hier gegebenen Erklärung ein immerwährendes Gähnen im Schlafe (vergl. B. 2.) herauskommen müßte. Das stärkere Inspiriren hat freilich der Schlaf mit dem Gähnen gemein, und überhaupt die Tiefe und Langsamkeit des Respirationsactes; doch ist diese beim Schlafe viel geringer als beim Gähnen, weil dasselbe, wie wir gesehen haben, aus einem vorübergehenden Kampfe und einer besonderen Anstrengung der beiden Haupttheile des Nervensystems (vergl. A.) entsteht; wovon dann die Modification, die das Athemholen nach der Müdigkeit beim Schlafe selbst hat, so zu sagen nur das Ueberbleibsel ist; bis beim Erwachen jener Kampf sich zu wiederholen pflegt und abermals gegähnt wird. Im Schlafe ist auch die Hirnthätigkeit in einem Zustande von schon fixirter allgemeinerer Schwäche und Abspannung; beim Gähnen hingegen tritt diese eben erst ein, und es herrscht noch ein Widerstreit im innern des Hirns zwischen dessen besonderen Actionen, woraus jene partielle antagonistische Reizung bestimmter Nervenpaare (B. 2.) eben hervorgeht. —

Noch

*) l. c. pag. 242.

Noch eine, mitwirkende, Ursache der trägeren Hineinwirkung und des langsameren Ausathmens im Schlafe scheint in dem alsdann veränderten Verhältnisse des blutführenden zum Nerven-Systeme zu liegen; denn die Arteriosität, durch deren Einfluß das Hirn zu seiner Action auf die Lungen angespornt wird (I. F. 8.), ist im Schlafe schwächer, indem die das Hirn abspannende Venosität (I. F. 7.), mit dem sympathischen Systeme zugleich, ein Uebergewicht bekommen hat. Cerebralsystem, obere Körperhälfte und vorwaltende Arteriosität gehören eben so zusammen, wie Unterleibsnervensystem und überwiegende Venosität. — Ob das Arterienblut durch die größere Tiefe des Einathmens im Schlafe reizender werde, als es im Wachen ist, hat darum viel Zweifelhaftes, weil man nicht weiß ob jenes tiefere Athemholen auch im Ganzen ein kräftigeres sei (s. oben). Aber wäre es dies auch, so ist doch der Puls eines Schlafenden träger und deshalb schon die Einwirkung des Arterienblutes auf das Hirn schwächer, in welchem zugleich das längere Verweilen des Venenblutes bei der überhaupt trägerem Circulation die Abspannung vermehren muß; die außerdem freilich schon aus jenen inneren Verhältnissen des Nervensystems entsteht welche überhaupt den Grund des Schlafes enthalten.

Beim Wachen ist das Athemholen zu unruhig und in seinen auf einanderfolgenden Momenten zu sehr abgekürzt, auch durch Entziehung der physischen Kraft, die auf Anspannungen des Bewußtseins verwandt wird,

häufig

häufig geschwächt (s. oben u. I. C.). Im Schlafe ist es tiefer, aber es hat eine gewisse Trägheit und Schwere (vergl. I. D.), die insbesondere, wie wir eben sahen, dem Zustande des Hirns und den hierin liegenden Hindernissen eines raschen und zugleich kräftigen Ausathmens beizumessen ist. Wann athmet nun eigentlich der Mensch auf die möglich-beste Art? wann ist sein Athemholen durchaus kräftig, leicht und ohne Tadel? — Die Antwort ist: weder im Wachen, noch im Schlafe, sondern — im Schlafwachen, im animalisch-magnetischen Zustande! Denn den so vorübergehenden, gezwungenen und mit so vieler gleichsam krampfigter Zugabe versehenen Vorgang des Gähnens darf man wol nicht für das vollkommenste Athemholen halten. Die sanfte und belebende zoomagnetische Erregung theilt sich vom Gangliensysteme aus dem Rückenmarke und dem Hirne selbst frei mit, und beide Theile des Centralorgans wirken nun, ungeachtet der Gebundenheit der Hirnaction, mit erhöhter verhältnißmäßiger Energie und mit großer Leichtigkeit auf die Athmungswerkzeuge. Auch zeigt schon die besonders lebhafte Röthe des Antlitzes im magnetischen Zustande, daß jene im gewöhnlichen Schlafe statt findende einseitige Erhöhung der venösen Thätigkeit im Organismus ihm nicht eigen sei. — Uebrigens beziehen wir uns hier auf das oben (I. D.) schon Erinnerte. Doch müssen wir noch bemerken, daß die Hörbarkeit der Inspiration beim gewöhnlichen, und beim magnetischen Schlafe von ihrer (in letzterem noch größere) Tiefe und Stärke herrührt; die Hörbarkeit der

Exspi-

Exspiration beim gewöhnlichen Schlafe aber in dem plötzlichen Nachlassen der Ausdehnung des Thorax, bei der hier nicht statt findenden Einwirkung mit Bewusstsein verknüpfter Seelenthätigkeit, ihren Grund hat.

3. Abweichungen des Athemholens in Krankheiten.

Es ist im Bisherigen schon Manches vorgekommen, was entweder das pathologische Athemholen geradezu betraf, oder doch leicht darauf anzuwenden ist. Auch ist hier nicht die Gelegenheit, diese Materie genau und ausführlich zu behandeln (wozu ich eher in einer kräftigen Fortsetzung meiner pathologischen Untersuchungen Raum haben werde). Doch darf besonders das oben (I. D.) hierüber Vorgetragene nicht ohne einige gründlichere Erläuterung bleiben.

Den apoplektischen Schlaf haben wir dort als dem Ohnmachtschlafe sehr entgegengesetzt, dem gewöhnlichen Schlafe aber analoger erkannt. Nachher indeß (I. F. 7.) haben wir schon den Fall, wo dunkles Blut sich nur in den venösen Gefäßen des Hirnes anhäufe, von dem unterschieden, wo ein solches Blut auch die Arterienverzweigungen erfülle, und bemerkt, daß bei jedem regelmäßigen Athemholen bloß der erstere eintreten könne, also auch im gewöhnlichen Schlafe, nur daß in diesem die Anhäufung etwas stärker ist, als im Wachen (vergl. 2.). Beim apoplektischen Schlafe hingegen ist ein zu dunkles Blut selbst in den Arterienverzweigungen; denn das wesentliche des wahren

Blut-

Blutschlagflusses besteht hauptsächlich in einer zu großen Menge und Kräftigkeit des Blutes ohne angemessene und Schritt haltende Veränderung desselben durch die Respiration; daher selbst robuste Menschen von apoplektischen Habitus ihn nicht leicht bekommen, wenn sie ein sehr bewegsames Leben im Freien führen, desto leichter aber stillsitzende Schwelger. Eine Schwäche der Centraltheile des Nervensystems kommt dabei hinzu, und begünstigt deren Lähmung durch solch dunkles Blut von regelwidrigem Mischungsverhältnisse. Ist diese Schwäche das Vorwaltende, so hat der Schlagfluß die Modification, die man Nervenschlag nennt; und es giebt, wie jeder erfahrne Praktiker wissen muß, Uebergänge zwischen diesen beiden Formen des Schlagflusses. — Daß die Respiration beim Blutschlagflusse der beim gewöhnlichen festen und tiefen Schlafe am meisten ähnelt, hat seinen Grund in der schon ansehnlichen venösen Anhäufung bei diesem; daß aber jener lähmungsartiger ist und kein willkürliches Erwecken erlaubt, kommt von der venös gewordenen Arteriosität, die auf's Hirn direct feindlich wirkt, und nicht allein auf dieses, sondern geradezu auch auf's Rückenmark (vergl. über das Gegentheil hiervon beim regelmäßigen Athemholen I. F. 8.). Daher das Unvermögen des Apoplektischen (von welchem der lebhafte, zu sensibele, schlaflose Schwindsüchtige mit seinem übertrieben gerötheten zu sehr oxydirten Blute das Gegenstück bildet) zu aller willkürlichen Bewegung; wozu der gesunde Schlafende selbst im Schlafe noch einige Fähigkeit hat; daher das schwere langsame

me halb schnarchende halb röchelnde Athemholen des Apoplektischen; denn bei ihm ist nun nicht allein die Exspiration, sondern auch die Inspiration (vergl. 2.) träge und organisch mühsam (im Gegensatze von: mühsam für den Willen); woraus sich zugleich die bei diesem Zustande bemerkliche Unregelmäßigkeit des Athemholens, der Mangel an bestimmten Takt in demselben erklärt. Geht jene Lähmung so weit, daß es stillsteht, so ist in dem Apoplektischen kein Leben mehr.

Aus dem Ohnmachtschlafe hingegen, wenn er auch schon in völligen Scheintod überging, kann ein Mensch wieder erwachen, weil dabei reiner eine Schwäche des sensoriellen Lebens zum Grunde liegt (I. D.). Doch wird es nicht so leicht geschehen, wenn diese Schwäche aus einer Ueberspannung, z. B. aus dem heftigen Wirken eines excitirenden Affects entstand (Tod vor Freude), als wenn eine Reizentziehung sie verursachte. — Bichad macht *) eigene sehr willkürliche Definitionen und Unterschiede von Ohnmacht, Scheintod (Asphyxie) und Schlagfluß; wo dann in der erstern der allgemeine Tod mit dem Herzen, im zweiten mit der Lunge und im dritten mit dem Hirne beginnen soll. Er mußte nämlich bei seiner zu strengen Trennung des organischen und animalischen Lebens den Sitz der Affecten und Leidenschaften in die Brust, und vorzüglich in's Herz verlegen; und so gerieth mit jenen auch die Ohnmacht als ihre gewöhnliche Folge dorthin **).

Die

*) Untersuchungen üb. Leben u. Tod; Uebers. pag. 240.

**) Ebend. pag. 237.

Die schnell eintretenden Ohnmachten von bloßer Affection des Geruchssinnes, die er selbst als nach seiner Angabe für schwer erklärlich ansieht, hätten allein hinreichen können, ihn seines Irrthums zu überführen. — Das schwache Athemholen und der schwache Puls bei der Ohnmacht sind ebensowol eine Folge jener Schwäche der Gehirnaction; als der heftige Puls und das schleunige Athemholen bei excitirenden Affecten von einer gewaltsamen inneren Aufregung derselben herrühren.

Bei der Epilepsie stimmt die convulsivische Beschaffenheit der Respirationsbewegung überein mit den allgemeineren Zuckungen im Körper, und als innerer Grund davon ist nicht eine bloße Schwäche der Hirnaction wie bei der Ohnmacht, sondern ein regelwidriges Gegeneinanderwirken antagonistischer Thätigkeiten im Centraltheile des höhern Nervensystems anzusehen (I. D.). — Merkwürdig in Rücksicht auf die hiermit verknüpfte Affection der Respirationsorgane ist der Fall von Epilepsie, bei welchem man als deren Entstehungsgrund eine Geschwulst entdeckte, wodurch das Hirnende des herumschweifenden Nerven gedrückt wurde*); um so mehr da der Druck von einem Kropfe auf eben den Nerven, also weiter vom Hirne entfernt auf seinen Stamm, nur Unverdaulichkeit verursachte **). — Sollte nicht die nächste Ursache der Epilepsie, welche ohne Reaction des Sensoriums überhaupt sich nicht bilden kann, in einer regelwidrig starken und tumultuari-

*) Sömmerring's Nervenlehre pag. 244.

**) Ebend. pag. 243.

tuarischen Einwirkung des Rückenmarkes auf das Hirn liegen? Da die Wechselwirkung dieser beiden, wenn sie mäßig ist, den regelmäßigen Respirationswechsel begründet (I. F. 6.); so ließe sich aus einer solchen Unordnung derselben jene heftige Affection der Respirationsorgane bei der Respiration leicht erklären; — eben so leicht ferner die allgemeinen Zuckungen daraus, daß das Rückenmark vorzugsweise dominirendes Organ der willkürlichen Bewegungen ist (vergl. 1.); und die Unwillkürlichkeit dieser Bewegungen aus dem Mangel des Bewußtseins in der Epilepsie, dessen bestimmendes Organ das eigentliche Hirn ist, welches ja in diesem Zustande, eben vom Rückenmarke, an seiner gehörigen Wirksamkeit gehindert würde. — Hierin möchte auch die wesentliche Verschiedenheit hysterischer Krämpfe von der Epilepsie liegen: — diese hat ihren eigentlichen Sitz in dem (aus Hirn und Rückenmark bestehenden) Gehirne selbst; die Hysterie hingegen im sympathischen Systeme, so daß bei ihr das Cerebralsystem nur consensuellen Antheil nimmt, woher denn eben ihre häufige Association mit jenen leichteren und momentanen Abweichungen des Athemholens kommt (vergl. B.). — (Wenn Epilepsie durch primäre Affection der Organe und des Nervensystems des Unterleibes (wie z. B. von Würmern) entsteht, so muß doch erst das Sensorium vermittelst einer individuellen Disposition desselben besonders mit in's Spiel gezogen werden; darum entsteht auch bei denselben im Unterleibe wirkenden Veranlassungen in unzähligen andern Fällen keine Epilepsie). —

Merkwürdig ist es, daß der gewöhnlichste organische Fehler bei unheilbarer Epilepsie nach J. und C. Wenzel eine Degeneration des Hirnanhanges und der Zirbeldrüse ist. Diese Hirntheile scheinen also durch ihre geschwächte Energie und Resistenz dem Rückenmarke (und dem verlängerten) jenes tumultuarische Wirken zu erlauben. — Der Sand der Zirbeldrüse ist Knochenmaterie. Kündigt sie sich nicht hierdurch als ein Organ an, das auf die thierische Bewegung besondern Bezug hat?

Dies wären nun die schon im Anfange dieser Schrift aufgeführten Krankheiten, bei denen am meisten und am auffallendsten die Respirationsbewegung eine der Affection des Gehirnes selbst entsprechende Abweichung erleidet. — In anderen rührt die Abweichung des Athemholens mehr von einem regelwidrigen Zustande der executiven Respirationsorgane her; wie z. B. in der Pneumonie, der Pleuritis, der Lungenschwindsucht, dem Croup; — und noch in andern scheinen weder die legislativen Respirationsorgane (nämlich Hirn und Rückenmark) noch die executiven der eigentliche Sitz des die Abweichung bewirkenden Uebels zu sein; sondern vielmehr die vermittelnden, nämlich die von den legislativen zu den executiven gehenden Nerven; wie z. B. beim Keuchhusten (vergl. B. 4.). —

Zu dieser letztern Klasse gehört wahrscheinlich auch die krampfhafte Engbrüstigkeit (asthma periodicum convulsivum); die hierdurch von gewöhnlichen Brustkrämpfen, wobei die Lungen oder die Respirationsmuskeln mehr geradezu selbst afficirt sind, sich unterschei-

den

den möchte. Vielleicht ist jenes fürchterliche convulsivische Asthma als Affection des Lungennervenstammes dasselbe, was der Keuchhusten als Affection des Zwerchsmuskelnerven ist. — Der Zustand der Kranken bei dem gewöhnlichen chronischen Asthma, deren mühsame langes dauernde Athemzüge Haller sehr unrichtig mit dem Seufzen vergleicht, unterscheidet sich von krampfhaften Zustande der Lungen wie das Paralytische vom Spastischen oder wie torpide von irritabler Schwäche überhaupt.

Doch es ist Zeit hiervon abzubrechen, und nachdem noch ein Rückblick gethan sein wird, zu dem letzten Aufsatze überzugehen.

* *

Im Ganzen genommen spielt das Nervensystem bei den hier (unter II.) erörterten Abweichungen offenbar die Hauptrolle, und wieder unter den besonderen Theilen des Nervensystems nicht die Nerven selbst, sondern die Centralorgane. Diese kommen selbst da fast immer sehr mit in's Spiel, wo die Abweichung von einer bestimmten Nervenreizung ausgeht (vergl. B.); und eben hierin liegt der Grund, warum man bisher so viele einander widersprechende und immer sehr ungenügende Erklärungsarten solcher Abweichungen vernahm.

Bei den bald vorübergehenden Abweichungen (B.) ist es vornehmlich der Antagonismus und die Sympathie der Theile des Nervensystems unter einander selbst, worauf die Erklärung beruht; bei den länger dauernden (C.) hingegen kommt, was ganz natürlich ist, die Wechselwirs

wirkung zwischen den executiven Respirationsorganen, namentlich den Lungen, uud dem Centraltheile des Nervensystems (vergl. I. F. 15.) mehr mit in's Spiel.

Auf den ersten Anblick hätte man vor der Mannigfaltigkeit aller dieser Abweichungen bei dem Wunsche sie zu erklären, um so mehr erschrecken müssen; je einfacher oberflächlich betrachtet die Respirationsbewegung scheint. Hat man aber überhaupt ihre innere Complication erst eingesehen, so gewinnt man Muth, eben jene Mannigfaltigkeit daraus herzuleiten; und dann zeigt sich auch, daß man nur damit durchkommt, wenn man Alles gegeneinander hält, (was überhaupt, da unsere ganze Naturforschung vorzüglich auf Combination beruht, der beste Rath ist).

So gern ich übrigens glaube, hier und da geirrt zu haben; so muß ich dennoch hoffen, daß der Irrthum, da alles zu sehr ineinander paßt, nur in einzelnen Punkten stecken, und nicht das Ganze und die Hauptsachen betreffen könne. Es wird mir schwer zu denken, daß ich bei gesundem Verstande und bei reinem Wahrheitseifer eine solche Uebereinstimmung hätte behaupten können, wenn sie nur in der Verirrung bestände, und wenn nicht die Natur selbst meine Gedanken durch die Harmonie mit den Thatsachen gebilligt hätte. Diese Bemerkungen sind übrigens nur für solche Skeptiker gemünzt, denen die Theorie überhaupt wie das Danaidenfaß vorkommt.

III.

III.

Der

chemiſche Proceß

des

Athmens.

Nach dieser langen verwickelten und sehr ernsthaft wissenschaftlichen Auseinandersetzung des organischen Mechanismus des Athemholens im regelmäßigen und im abweichenden Zustande, muß ich mich fast entschuldigen, wenn ich für einen Vortrag über den organischen Chemismus der Respiration auch noch die Aufmerksamkeit des Lesers in Anspruch nehmen will: — nicht, als ob dies nicht zur Sache gehörte, denn eine Revision der Respirationslehre würde ja sehr unvollständig sein, wenn sie auf das Chemische der Respiration sich gar nicht einließe; sondern nur, weil es wegen der ganzen Beschaffenheit dieses Gegenstandes so mißlich ist, zumal theoretisch etwas darüber zu sagen.

Selbst im Empirischen dieser Lehre sind wir gewohnt geworden zu sehen, wie eine Angabe die andere verdrängt und eine der andern widerspricht; wie übereinstimmende Behauptungen mehrerer geschickten Naturforscher, worauf schon Alles mit größter Sicherheit baute, durch einen andern noch genaueren umgestoßen werden; und wie, um es kurz zu sagen, die Chemie über das Resultat ih-

rer das Athmen betreffenden mühsamen und schwierigen Versuche mit sich selbst nicht recht einig werden kann.

Bei dieser Lage der Sache scheint es also, wenn man doch einmal das chemische Respirationsgeschäft wissenschaftlich betrachten will, am gedeihlichsten, sich mit Behutsamkeit zu waffnen; das Sichrere vor dem Schwankendern sorgfältig auszuwählen; den Aeußerungen erfahrener und geübter Männer nicht das verdiente Zutrauen zu versagen, aber ihnen auch nicht blinden Glauben zu schenken, zumal wenn sie über ihre eigentliche Sphäre sich hinauswagen; und dann auch, Was von Vielen verwechselt und für gleichbedeutend gehalten wird, gehörig zu unterscheiden und zu trennen. Mit Einem Worte: man muß (was in gewisser Maße bei jeder naturwissenschaftlichen Untersuchung zuträglich ist) ganz vorzüglich bei der Bearbeitung der Theorie des Respirationschemismus sich der Kritik befleißigen; und man muß hier die Kritik nicht bloß gegen andere, sondern auch gegen sich selbst und seine eigenen Lieblingsideen richten.

Wer aber auch nur Ein unbezwingliches Vorurtheil hat, es sei welcher Art es wolle und so versteckt als es nur könne; der ist kein wahrer Kritiker, so sehr er sich auch die Miene geben mag, der ist zu einem gesunden Urtheile über den chemischen Respirationsproceß verdorben, so lange er sich nicht bekehrt; wozu bei Manchem, weil das Vorurtheil mit ihrem ganzen Denken und Thun sich zu sehr verwebt

und

und dadurch sich wahrhaft unbezwinglich gemacht hat, gar keine Hoffnung ist.

Vorurtheil ist es z. B., wenn Jemand schon im voraus und ein für allemal den Glauben hegt, gewisse Actionen und Ereignisse in der Natur seien zu hoher und zarter Art, sie seien zu vornehm gleichsam, als daß die Hauptsache dabei auf irgend etwas Materiellen beruhen könnte; und wenn ein solcher bei Denen die dies dennoch annehmen, sogleich einen Mangel an wissenschaftlicher Lebensart (an scientifischem bon ton so zu sagen) wittert. — Nicht weniger aber ist es Vorurtheil, wenn Jemand durch einseitige Gewöhnung an den Umgang mit der gröberen Masse nun so für diese eingenommen ist, daß es außer diesem Gegenstande seiner Vorliebe für ihn in der Welt nichts Reelles oder Beachtenswerthes weiter giebt; daß er glaubt, die ganze Untersuchung sei geschlossen, wenn er das Palpable seiner Meinung nach in's Klare gebracht hat, und sich überzeugt hält, wo kein Palpables ist, da sei überhaupt Nichts oder doch wenigstens nichts der Rede Werthes.

Kenner werden von selbst finden, wie das eben Gesagte ganz vorzüglich auf die beiden Extreme unter den Betrachtern des Respirationsprocesses paßt. — Extreme sind immer mißlich, und die Kritik richtet durch eine Art von Instinkt gerade gegen sie mit Recht am liebsten ihre Angriffe. Sie trauet dem überschwenglichen Philosophen nicht, wenn er das Athmen seinem Wesen nach für einen höchst ätheri-

schen

schen Proceß ausgiebt, für einen sanften Kuß so zu sagen, den die Luft dem Blute ertheilte; aber sie glaubt auch nicht blindlings dem eingewurzelten Chemiker, der ohne Weiteres die in die Brust gezogene Luft gleichsam nur für einen Karren erklärt, auf welchem der Unrath dessen das Blut sich entledigt, aus dem Körper fortgeschafft werden soll.

Es ist wahr, die Chemie hat uns wichtige Thatsachen in Betreff des Athmens kennen gelehrt, und es ist undenkbar, daß alle ihre wesentlichsten Angaben bei ferneren Fortschritten der Untersuchung gänzlich als Irrthum erscheinen könnten; sie selbst wird in eben jener Beziehung uns noch viel Wichtiges auch künftig ohne Zweifel mittheilen. Und sie thut sehr wohl, wenn sie um einen festen Gang zu gehen und ihren bestimmten Zweck sicherer zu erreichen, sich auf das Palpabele und Ponderabele beschränkt. Aber ist sie denn auch die ganze Naturlehre? und giebt es nicht vielmehr für die Chemie in dieser engeren Bedeutung selbst in der anorganischen Natur ein großes und schönes Gebiet, wohin sie nicht reicht? und wo die eigentlich sogenannte Physik waltet, die sich vorzugsweise mit Dem beschäftigt, was nicht palpabel und ponderabel ist! — Der Chemiker als solcher und in seiner Sphäre ist also sehr zu respectiren, aber wohl von Dem Chemiker zu unterscheiden, der mit der ganzen Befangenheit der eigentlichen Chemie dennoch über deren Gränze hinausschweift und sich anmaßt über Dinge abzuurtheilen, die vor

ein anderes Gericht gehören, (wiewol es einzelne Chemiker giebt, die zugleich auch bei diesem stimmfähig sind).

Welcher Verständige könnte nun glauben, die Wissenschaft der Zusammensetzungen und Trennungen des Wägbaren (welche noch dazu leider mehr nur die letzteren kennt) wäre in der Naturlehre lebender Körper allein von Gewicht und Anwendbarkeit? wer möchte sich vermessen die Physiker auszuschließen von der Betrachtung der Verrichtungen des thierischen Lebens? als dessen Princip schon Weise des Alterthums das Feuer ansahen! — Ist aber physikalische Erklärungsweise überhaupt beim thierischen Leben irgend an ihrem Orte; so muß sie es wol besonders beim Athmungsprocesse sein; worauf die Möglichkeit jenes Lebens so ganz vorzüglich beruht, und wobei mit der Materialität des Thieres gerade die Atmosphäre, dies Hauptgebiet der eigentlichen Physik, in Wechselwirkung kommt.

Eine Untersuchung des Athmungsvorganges bloß von Seiten der Chemie im engern Sinne, ist also beschränkt und unvollkommen; und wir haben Grund genug zu vermuthen, daß die physikalische Betrachtung jenes Vorganges der bloß chemischen an Wichtigkeit nicht viel nachstehen möchte. Ob sie nicht auch noch viel schwieriger und unsicherer sei, ist eine andere Frage. Aber offenbar würde eine kritische Betrachtung der Lehre von dem Chemismus der Respiration höchst einseitig bleiben; sie würde aufhören kritisch

zu

zu sein, wenn sie das Wort: Chemismus, hierbei in dem gewöhnlichen beschränkten Sinne nähme, und die physikalischen Verhältnisse davon ausschlösse.

Daher wollen wir den bisherigen chemischen nicht allein, sondern auch den physikalischen Forschungen über das Athmen unsere Aufmerksamkeit widmen, jedoch ohne Beides mit einander zu vermengen. Vielmehr möchte es der ganzen Lehre sehr zuträglich sein, hiermit einmal eine strenge Sonderung vorzunehmen. Dabei geht dann das eigentlich Chemische, als das Festere und Sichere, das sich besser zur Grundlegung eignet, wie billig dem Uebrigen voran.

A. Rein-chemische Ansicht des Athmens.

Als das Licht der antiphlogistischen Chemie aufgesteckt und der Sauerstoff erfunden war, gehörte die Anwendung auf die Respirationslehre alsbald zu den vorzüglichsten, welche davon gemacht wurden. Gerade die Respiration eignete sich auch hierzu am besten unter allen Functionen des thierischen Organismus. Die phlogistische Theorie, welche der Lebensluft nur einen negativen Charakter beilegen konnte und sie von dem vermeintlichen Mangel an Phlogiston die deplogistisirte Luft nannte, war eben darum schon nicht im Stande, über den chemischen Proceß der Respiration bedeutende Aufschlüsse zu geben, wenigstens nicht, eine durch Thatsachen gehörig unterstützte

deutliche

deutliche Ansicht zu begründen. Der Sauerstoff hingegen schien hierzu sich fast von selbst herzugeben; und es wurden in der Theorie der Respiration desto schnellere Fortschritte gemacht, je leichter es nun war, eine Vergleichung zwischen diesem Vorgange und der Verbrennung anzustellen, welche ebenfalls durch die genauere Kenntniß der Luft an Deutlichkeit so sehr gewonnen hatte.

Unerwartet aber sah sich die neuere Chemie eben durch ihre eigenen raschen Fortschritte in Schwierigkeiten verwickelt, die sich freilich erst zeigen konnten, nachdem die Sache selbst auf eine gründlichere empirische Weise zur Sprache gekommen war. Es erhoben sich nämlich zwei genau mit einander verknüpfte Hauptfragen, nämlich erstens die: geht bei dem Athmen wirklich Sauerstoff aus der eingeathmeten Luft an das Blut über? und zweitens die: kommt der Kohlenstoff der beim Athmen entweichenden Kohlensäure schon in Verbindung mit dem Sauerstoffe aus dem Blute oder nimmt er letzteren aus der eingeathmeten Luft? — Zwei Fragen, wobei die Beantwortung der einen so sehr von der der andern (nämlich die der ersten von der der zweiten) abzuhängen scheint, daß man sie in dieser Hinsicht wie eine einzige Frage zu betrachten befugt ist. —

Die großen und auch jetzt noch nicht einmal ganz beseitigten Schwierigkeiten ihrer richtigen und allge-

allgemeingültigen Beantwortung liegen theils darin, daß man es hier mit keinem Gegenstande der anorganischen Natur und mit keinem gemeinchemischen Apparate, sondern mit lebenden Individuen zu thun hat, theils aber auch in der verwickelten und subtilen Beschaffenheit des bloß chemischen Antheils der anzustellenden Versuche selbst. —

Von der Mißlichkeit (oder Unmöglichkeit, wie man vielleicht geradezu sagen darf) der Berechnungen und vergleichenden Grübeleien über das Verhältniß der einzelnen Zweige des ganzen ingestiven und egestiven Ernährungsgeschäftes, worauf Lavoisier und einige Andere die Entscheidung zu gründen hofften, mußte man sich bald überzeugen. Es blieb also kein anderes Mittel übrig, als sich durch möglichst genaue Versuche auf eine mehr directe Weise Ueberzeugung zu verschaffen.

Aus Spallanzani's bekannten und für immer wichtigen Untersuchungen schien das Resultat hervorzugehen, daß die in der ausgeathmeten Luft erscheinende Kohlensäure als solche aus dem Blute komme, und der aus der eingeathmeten Luft verschwindende ponderable Sauerstoff sich in der That mit dem Blute verbinde, und nicht die Bildung der Kohlensäure durch Verbindung mit dem etwa ohne Sauerstoff aus dem Blute kommenden Kohlenstoffe bewirke. — Nitzsch hielt dieses Resultat schon darum für gänzlich gesichert *), weil Spallanzani gefunden hatte, daß

Thiere

*) Commentatio de respirat. animalium pag. 43.

Thiere (niederer Klassen) sogar in solchen Gasarten, die (den Sätzen der Chemie zufolge) keinen Sauerstoff enthalten, dennoch Kohlensäure erzeugen. Dahingegen in dem Umstande, daß Schnecken auch im Stickgas Kohlensäure erzeugen, Hildebrandt *) eine Bestätigung der (durch Davy's neue chemische Entdeckungen freilich sehr verstärkten) Annahme finden will, daß das Stickgas selbst Oxygen enthalte. (Indeß scheint es für unseren Zweck gerathener, sich auf diese noch in der Krisis begriffenen Erweiterungen der Wissenschaft nicht sogleich einzulassen, sondern an die Lehren der antiphlogistischen Chemie, wie sie abgesehen von der beginnenden großen Reform lauten sich einstweilen zu halten.) — In einer neuern Schrift, welche die Spallanzani'schen Versuche und Beobachtungen im gedrängten Auszuge aufführt **), wird sogar ***) behauptet, es sei daraus zu ersehen, daß die Production der Kohlensäure mit der Absorbtion des Sauerstoffs immer gleichen Schritt halte, ungeachtet doch eben die Schrift ****) Versuche selbst mit Thieren derselben Klasse (Säugethieren) angeführt hatte, wo dies keinesweges der Fall war. Doch zeigten Spallanzani's Versuche im Allgemeinen allerdings, daß die mehrsten Fälle zusammengenommen die

*) Lehrb. d. Physiologie, 4te Aufl. pag. 206.

**) Samuelis Méhes de respiratione animalium commentat. Heidelb. 1810.

***) pag. 40.

****) a. a. O. pag. 29.

die Production der Kohlensäure größer sei bei größerem Verbrauch des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft, und daß besonders in reinem Sauerstoffgas jene Production sich beträchtlich und verhältnißmäßig vermehre.

Dieser letztere auch schon früherhin anerkannte Satz wurde wieder wankend gemacht, und zugleich schienen mehrere andere wichtige und sichere Resultate sich zu ergeben, durch die Untersuchungen Davy's *), dieses eben so kenntnißreichen, als geübten und vorsichtigen Experimentators. Er folgerte aus seinen Versuchen (die um so wichtiger waren, da sie geradezu die menschliche Respiration betrafen), daß der größere Theil des beim Athmen verbrauchten Sauerstoffgas zwar zur Bildung der Kohlensäure beitrage, ein anderer kleinerer jedoch nicht ganz unbedeutender hingegen wirklich verschwinde und folglich in die Blutmasse übergehe. Zugleich werde in diese, behauptete er, auch eine nahmhafte Portion Stickgas aus der eingeathmeten Luft mit aufgenommen.

Henderson **), und mit ihm auch Pfaff ***), bestätigte diese Angabe Davy's über das Verschwinden

*) Researches chemical and philosophical chiefly concerniny nitrous oxide and its respiration. Lond. 1800; u. daraus in Gilbert's Annalen d. Physik XIX. pag. 298. sqq.

**) Gilbert's Annalen ebend. pag. 417.

***) Nordisches Archiv u. s. w. Bd. 4. St. 2. und Gehlen's Neues Journ. d. Chemie V. pag. 102.

den von Stickgas beim Athmen; welches Einige zwar für außerwesentlich und zufällig hielten, Andere hingegen als sehr wichtig betrachteten, so daß sie sogar schon physiologische Erklärungen darauf bauen wollten. — In Hinsicht auf die Kohlensäure ergab sich aber aus Pfaff's mit großer Sorgfalt angestellten Versuchen, daß deren allerdings eine größere Menge beim Athmen in reinem Sauerstoffgas, als bei dem in gemeiner Luft, erzeugt werde.

Den Davy'schen Untersuchungen zufolge äußerte sich Hildebrandt *) dahin: das Oxygen der eingeathmeten Luft werde zum Theil in das Blut aufgenommen, zum Theil aber mit, aus eben diesem Blute austretendem, Kohlenstoffe verbunden, und in kohlensaures Gas verwandelt. Auch andere Physiologen haben sich für eben diese Meinung erklärt; und sie hätte, wenn man alle bisher laut gewordenen Stimmen (die der Chemiker und Physiker mit eingerechnet) für die eine oder die andere der entgegengesetzten Ansichten zusammenrechnen wollte, ohne Zweifel die meisten für sich. Sie scheint auch in der That die bequemste zu sein, weil sie einestheils dem Kohlenstoffe, der doch auch im Blute schon mit einer gewissen Quantität Sauerstoff sich verbinden könnte, von dem Sauerstoffe der eingeathmeten Luft genug zukommen läßt, um vollends verflüchtigt als gasförmige Kohlensäure entweichen zu können, anderntheils aber, damit das Blut nicht leer ausgehe, auch diesem einen wirk-

*) l. c. pag. 200. vergl. pag. 202.

wirklichen Zuwachs an ponderablem Sauerstoffe zuerkennt.

So viel Empfehlendes und Wahrscheinliches aber diese Ansicht auch hatte, so scheint sie dennoch, wenigstens in Beziehung auf das menschliche Athmen, durch die merkwürdigen Versuche t.. W. Allen und W. H. Pepys, über die durch den Athmungsproceß in der atmosphärischen Luft und dem Sauerstoffgas bewirkten Veränderungen *), streng widerlegt zu sein. Wer hätte geglaubt, daß jenes von Davy behauptete und von andern genauen Forschern bestätigte Verschwinden von Stickgas beim Athmen ein Irrthum sei? — Bei den Versuchen von Allen und Pepys ging aber kein Stickgas verloren. Auch war bei nicht angestrengtem Athmen immer gerade so viel Kohlensäure zu der dabei angewandten Luft hinzugekommen, als dieselbe Sauerstoff eingebüßt hatte; — und nur wo das Einathmen derselben Luft bis auf's Aeußerste getrieben und von peinlichen Umständen begleitet wird, hat man, wie jene Forscher sagen, Grund zu glauben, daß ein Theil des Sauerstoffs in den Circulationswegen absorbirt werde. — In Sauerstoffgas erzeugt, nach ihnen, der Mensch mehr Kohlensäure als in atmosphärischer Luft; und bei schnellerem Athmen wird zwar in gegebener Zeit viel mehr Kohlensäure erzeugt, doch

bleibt

*) Aus der Biblioth. britannique, sciences et arts Vol. 42. nr. 3. u. 4. von Gehlen übers. in Schweigger's N. Journ. f. Chem. u. Physik, Bd. 1. Hft. 2.

bleibt ihr Verhältniß zu den andern Bestandtheilen dasselbe. —

Hierdurch wird also erwiesen, daß (abgesehen von jener außerordentlichen Anstrengung unter besonderen Umständen) der der eingeathmeten Luft beim menschlichen Athmen entzogene Sauerstoff gänzlich zur Bildung der Kohlensäure aufgewandt werde und, mittelst dieser, in der ausgeathmeten Luft noch enthalten sei; daß folglich, da auch kein Stickgas bei jenem Athmen absorbirt wird, hierbei überhaupt nichts Ponderabeles von der Luft dem Blute mitgetheilt werde; und daß auch kein Grund sei, eine durch Verbindung von Sauerstoff der Luft mit Wasserstoff des Blutes in den Lungen etwa geschehende Wasserbildung anzunehmen; (gegen Lavoisier und dessen nächste Nachfolger). — Uebrigens konnten die genannten Naturforscher weder Wasserstoffgas noch irgend ein anderes Gas, das beim Athmen vielleicht entbunden würde, in ihren Versuchen entdecken *).

Die

*) In Walther's Physiologie (§. 493.) steht die Behauptung daß die ausgeathmete Luft sehr oft etwas Wasserstoffgas enthalte. Wenn es dafür hinreichende Auctorität und noch jetzt glaubhafte Angaben giebt, so würde der Verfasser, bei dessen Werke der Mangel an Citaten überhaupt sehr beschwerlich fällt, durch bestimmtere Mittheilung gewiß Vielen einen Gefallen thun. Mir haben große Kenner der Chemie und berühmte Bearbeiter der Respirationschemie insbesondere keinen Aufschluß darüber geben können.

Die chemische Untersuchung über das Athmen des Menschen, welche Allen und Pepys anstellten, ist nun (meines Wissens) bis jetzt überhaupt die letzte und beste, und die, welche von den angesehensten und einsichtsvollsten Chemikern für entscheidend angesehen wird. Also ist das Endurtheil der Chemie über die Respiration in Beziehung auf den menschlichen Körper dies: daß durch das Athmen das Blut, und der Körper überhaupt, Nichts empfange, sondern bloß eine Quantität Kohlenstoff, und zugleich auch Wasserdampf, an die Luft dabei absetze. — Um die feinen und eben so veränderlichen als wirklich außerwesentlichen, riechbaren Beimischungen des Athems bekümmert sich nämlich die Chemie nicht weiter, weil dieselben für sie imponderabel sind, also einstweilen wenigstens für sie eigentlich nicht existiren.

Aber man würde sehr irren, wenn man etwa glaubte, daß dies Resultat der Untersuchung der Chemie über die menschliche Respiration für alle Respiration im Thierreiche. überhaupt gültig sei. Schon der oberflächlichste Hinblick auf die Spallanzani'schen Beobachtungen, die bei allen Mängeln im Einzelnen und im Feineren doch unmöglich im Gröberen und im Ganzen falsch sein können, würde hinreichen, sich vom Gegentheile zu überzeugen. Doch läßt sich auch aus andern noch neueren Untersuchungen ersehen, wie sehr die Respiration anderer Thiere, selbst bloß chemisch betrachtet, von der menschlichen abweicht, und es ist

wol

wol der Mühe werth, daß wir diese Abweichungen etwas näher in's Auge fassen. —

Schon bei Meerschweinchen und Kaninchen, bei Geschöpfen derselben Thierklasse also, wozu auch der Mensch gehört, fand der jüngere Berthollet bei seinen damit angestellten Versuchen *), daß bei ihrem Athmen Sauerstoff verschwinde, welcher dann entweder Wasser bilden helfe, oder auch sich mit dem Blute verbinde. — Indeß wollen wir, so sehr dies auch genaue, an mehreren Säugethierarten zu wiederholende, Prüfung verdient, uns doch nicht zu dreist darauf verlassen; da bei diesen Versuchen die so wichtige Unterscheidung des leichteren und des angestrengteren Athmens nicht gemacht wurde, und bei dem letzteren, wie vorhin angeführt wurde, ja auch jene englischen Chemiker ein Verschwinden von Sauerstoff selbst in der menschlichen Respiration bemerkten.

Die Production von Stickgas beim Athmen (welche von jener Resorbtion desselben wol zu unterscheiden ist) kommt nach Spallanzani bei Säugethieren sowol als bei Vögeln sehr häufig vor, obgleich sie nicht zu den constanten Erscheinungen gehört und von besondern Zuständen des Körpers abzuhängen scheint; — und da sie zuweilen sogar die der Kohlensäure übertraf, so kann jener Naturforscher sich hierin unmöglich ganz getäuscht haben. —

Er

*) Die Uebersetzung von Gehlen (aus den Mémoires de la societé d'Arcueil T. II.) s. a. a. O.

Er fand übrigens, daß selbst schon die Vögel im Stande sind, eine ganz kurze Zeit in mephitischen Gasarten fortzuleben. Merkwürdig ist hierbei, daß eine Maus darin augenblicklich starb, eine Fledermaus hingegen nur im kohlensaurem Gas, aber nicht sogleich im Stickgas und Wasserstoffgas.

Auch bei der Respiration der Amphibien beobachtete derselbe häufig jene Erzeugung von Stickgas; aber auch schon (namentlich bei einer Schildkröte, die der atmosphärischen Luft worin sie eingeschlossen war alles Sauerstoffgas entzogen hatte) das Entgegesetzte, nämlich eine Resorbtion von Stickgas (was uns des Folgenden wegen interessant sein muß). — In mephitischen Gasarten lebten die Amphibien sehr lange; und sie brachten im Wasserstoffgas zum Theil so viel Kohlensäure hervor, wie sie ohngefähr in gewöhnlicher Luft geliefert haben würden. Dies ist wenigstens ein Beweis, daß die bei der Hautausdünstung erscheinende Kohlensäure nicht durch den Sauerstoff der Atmosphäre gebildet wird (vergl. oben). Denn allerdings geschieht die Respiration der Amphibien im Allgemeinen weit weniger durch ihr besonderes Respirationsorgan, als durch die Integumente des Körpers *); wodurch aber gerade diese Thierklasse für Physiologie desto räthselhafter wird.

Bei den Fischen ist die Kiemenrespiration viel bedeutender, als die sogenannte Hautrespiration. Dies bestätigen auch die Untersuchungen von Provens

*) Vergl. Nitzsch l. c. pag. 46, 50. 51.

vencal und Humboldt über die Respiration dieser Thierklasse *); wobei sich aber außerdem noch zeigte, daß die Fische regelmäßig sehr viel Stickstoff durch Absorbtion verbrauchen, und daß er sich oft wie eins zu zwei, zuweilen sogar wie vier zu fünf gegen den resorbirten Sauerstoff verhält. Bei diesem sehr starken Verhältnisse läßt sich desto weniger ein Irrthum argwohnen, da die Untersuchung von Allen und Pepys (s. oben), welche sehr zur Warnung dienen mußte, Humboldt bei der eben angeführten seinigen schon kannte. Darum, ungeachtet der Ruhm in chemischen Experimenten wol nicht gerade der größte dieses großen Naturforschers ist, dürfen wir ihm ferner wol glauben, wenn er versichert, daß die Fische mehr Sauerstoff, als der Mensch, im Verhältniß zu der beim Athmen gebildeten Kohlensäure verzehren, welche oft nur die Hälfte des verbrauchten Sauerstoffes betrage! — Aehnlich verhielt es sich mit der Respiration der Frösche; doch war hier das Verhältniß des verschwindenden zum überhaupt verbrauchten Sauerstoffe nicht so stark. Auch absorbirten diese Thiere keinen Stickstoff, was jedoch schwerlich als allgemeiner Satz schon gelten kann, zumal da hier durch jene Production von Stickstoff beim Athmen leicht eine Undeutlichkeit in die Beobachtung kommen kann, (vergl. oben: Amphibien).

*) Aus den Mém. de la soc. d'Arc. T. II. p. 359. übers. in Schweigger's N. Journ. f. d. Chem. u. Physik, Bd. 1, Hft. 1. (Vergl. oben I. B.)

phibien). — Soviel ist hier also schon klar, daß jener von der menschlichen Respiration geltende Satz: es gehe kein ponderabler Sauerstoff in den Körper über, sondern derselbe werde nur so zu sagen äußerlich zu einer Verbindung mit dem Kohlenstoffe verwandt (s. oben), — daß dieser Satz bei anderen Thierklassen keine gültige Anwendung findet; — und so im Allgemeinen auch der nicht, daß beim Athmen kein Stickgas der atmosphärischen Luft resorbirt wird. — Stickstoff ohne Sauerstoff resorbiren übrigens die Fische nicht, Wasserstoff gar nicht. Dieser tödtet sie leichter als jener, Kohlensäure aber fast so schnell als oxydirte Salzsäure.

Was die wirbellosen Thiere betrifft, so hat man bei ihnen Absorbtion sowol als Production von Stickgas ebenfalls bemerkt; und das Verhältniß des beim Athmen verzehrten Sauerstoffes zu der dabei producirten Kohlensäure gewöhnlich noch größer gefunden, als es Provencal und Humboldt bei den Fischen fanden; was um desto glaubwürdiger ist, je mehr wol natürlich eine solche Abweichung von der menschlichen Respiration weiter nach unten im Thierreiche zunehmen müßte. Wollte man dies bloß auf das Zunehmen der allgemeineren (sogenannten) Respiration des Körpers schieben, so spricht dagegen u. a. Spallanzani's Beobachtung an Krebsen (die sehr viel mehr Sauerstoff verzehrten als sie Kohlensäure producirten); wo er einen, dem er die Kiemen nahm mit einem unverletzten verglich und dadurch

durch fand, daß die Krebse durch die Kiemen eben so viel Sauerstoff absorbirten, als durch die Oberfläche des Körpers. Nun ist dies zwar wol nicht genau richtig, da ein der Kiemen beraubter Krebs, wegen der hiermit verknüpften Schwächung der Lebensthätigkeit, durch die Oberfläche des Körpers schwerlich so viel Stoff hergab oder aufnahm, als ein gesunder und unverletzter. Weil aber doch der Lungen beraubte Frösche noch so sehr viel Stoffwechsel durch die Haut zeigten (im Verhältniß zu dem durch die Lungen mehr als die Krebse selbst); so kann auf die Schwächung des übrigen Körpers durch Beraubung des specielleren Respirationsorgans, bei Thieren die dabei dennoch so lange fortlebten, unmöglich der ganze Unterschied gegeben werden. —

Die große Fähigkeit der Thiere niederer Klassen, in für den Menschen irrespirabeln Gasarten fortzuleben, worin ihnen unter den Wirbelthieren nur die Amphibien einigermaßen zu vergleichen sind, ist bekannt, und wurde vorzüglich durch Hausmann *) ins Licht gesetzt; welcher u. a. fand, daß Insecten in einer Mischung von zwei Drittheilen Wasserstoffgas und einem Drittheile Sauerstoffgas vortrefflich fortlebten, und daß sie im kohlensauren Gas zwar alle scheintodt wurden, zum Theil aber doch, wenn sie bald genug wieder herauskamen, sich wieder erholten. — Bei allen niederen Thieren, selbst bei Ge-

*) Commentat. de animal. exsanguium respiratione Hannover. 1803.

Gewürmen von sehr einfachen Bau, wird übrigens Sauerstoff der Atmosphäre worin sie leben verbraucht, und Kohlensäure hervorgebracht. (Wir reden jedoch wenn wir sagen: bei allen, nur von den eigentlichen Thieren, und nicht von den Entozoen u. s. w., die mehr schon der Zoophytenwelt angehören).

Dies mag genug sein über das bloß Chemische der Respiration! — Die empirischen Angaben, worauf wir uns dabei stützten, stehen unter einander im Ganzen genommen in solcher Uebereinstimmung, daß man nicht zu fürchten hat, sie möchten künftig dennoch einmal eine allgemeine Widerlegung finden. —

Die Respiration des Menschen reducirt sich, wir wir gesehen haben, ihrer Regel nach, chemisch genommen auf eine bloße Excretion. Die Respiration der übrigen Thiere, auch wenn man sie ebenfalls bloß chemisch nimmt, hingegen keinesweges; da sie vielmehr zugleich eine wirkliche Assimilation von ponderabelem Stoffe ist; was vielleicht sogar schon bei andern Säugethieren in einigem Maße statt findet. —

Daß diese Assimilation von Ponderabelem durch die Respirationsorgane stufenweise von Thierklasse zu Thierklasse nach unten hin zunehme, ist auch schon wenigstens sehr wahrscheinlich; besonders da nach Provencal und Humboldt die von ihnen in dieser Hinsicht untersuchten Amphibien (als die höhern Thierklassen) in der Absorbtion von ponderabelm Luftinhalte den Fischen (als der niederen) schon so merklich

lich nachstanden; ungeachtet doch übrigens die Kiemenrespiration der Fische in ihrer Art viel vollkommener ist, wie die Respiration der Amphibien, und namentlich in'sbesondere der Frösche (womit jene Versuche angestellt wurden) als Lungenrespiration. —

Je verwickelter und schwieriger die Untersuchungen sein würden, wodurch man über jene Stufenfolge, nämlich über das Verhältniß der Assimilation und Excretion von Stoffen durch die Respirationsorgane im ganzen Thierreiche, mehr in's Reine kommen könnte; desto offenbarer ist auch der daraus zu ziehende Gewinn für die Wissenschaft, und größer ist der Ruhm, den experimentirenden Naturforschern das Durchführen einer solchen Untersuchung verspricht. Mit Einem Worte: Spallanzani's großes Werk muß mit den jetzigen sicherern Hülfsmitteln, und besonders mit den neueren Aufklärungen und Berichtigungen in der Eudiometrie, noch einmal wieder ganz durchgearbeitet werden. Der Anfang ist gemacht!

B. Physikalische Ansicht des Athmens.

Jetzt kommen wir aus einer Art von verwickeltem Gestrippe, durch welches sich hindurchzuarbeiten schon mühsam genug war, gleichsam auf einen Moorgrund, wo der Boden unter den Füßen weicht, wo unter einladender Decke die Gefahr lauert und wo Irrlichter aufsteigen. Dies soll uns indeß nicht schre-

cken,

cken, uns nicht abhalten, der einzelnen festen Punkte, die noch mitten aus der Unsicherheit vielleicht hervorragen, uns zu bemächtigen; falls auch hierzu mitunter ein kleiner Sprung zu wagen sein möchte. Doch bleiben wir unserer bisher beobachteten Vorsicht übrigens auch hier getreu!

Zum Theil schließt sich die physikalische Betrachtung des Athmens an die reinchemische desselben wenigstens sehr nahe an, wenn sie auch nicht damit zusammenfällt. Denn daß hier ein zu beachtender Unterschied sei, fühlen die behutsamen empirischen Chemiker unserer Zeit sehr wol, und geben dies dadurch zu erkennen, daß sie bei ihren bestimmt auf das sichere Ponderabele gerichteten Nachforschungen sich an die Veränderungen der Luft beim Athmen halten und die des Blutes dabei aus dem Spiele lassen. Gingen sie, wie man zu Lavoisier's Zeit zu thun pflegte, zugleich auch auf diese mehr ein, so würden sie sich, wie damals geschah, in eine unendliche Reihe von Schlüssen und Folgerungen und von unsichern Berechnungen einlassen müssen, wo die, der Wagschale nothwendig ihr Heil vertrauende, eigentliche Chemie sich in's Blaue hinein verliert, und zu keinen reinen und sichern Resultate gelangt. — Ist aber etwa die Veränderung des Blutes beim Athmen weniger wichtig, als die der Luft? oder ist sie uns in ihren Phänomenen so ganz unbekannt, daß sich gar nichts darüber sagen, und nichts daraus folgern ließe?

Einiges von Dem, was wir über diese Veränderung wissen gehört sogar der eigentlichen Chemie selbst an; denn sie hat uns z. B. gelehrt, daß das Blut Eisen enthalte; — und daß dieses Eisen im Blute nicht als phosphorsaures, wie Fourcroy lehrte, sondern nur als Eisenoxyd enthalten sei, hat neuerlich Berzelius gezeigt. Sobald aber die Chemie sich auf ein weiteres Raisonnement über die von diesem Eisen herrührende Farbe des Blutes und deren Modificationen (also auf Gegenstände, die ausser den Gränzen des Wägbaren liegen) einläßt, bleibt sie nicht mehr bloß Chemie im engern Sinne, sondern sie associirt sich dann mit der eigentlich sogenannten Physik.

Gerade die Blutfarbe nun ist für eine physikalische Betrachtung des Athmens unter allen der wichtigste und belehrendste Punkt. — In dem venösen Theile des Gefäßsystems schimmert aus dieser Blutfarbe (die überall im Blute an dem Cruor haftet, der zugleich auch allein das Eisenoxid enthält) das Roth nur schwach hervor und macht dort so zu sagen nur eine geringe Beimischung aus. In dem arteriösen Blute hingegen ist das Roth rein, und hat, bei den warmblütigen Thieren wenigstens, eine besondere Lebhaftigkeit. Das Blut der Venen aber wird durch die Verzweigungen der Lungenschlagader in die Lungen zur Wechselwirkung mit der Luft gebracht, und kehrt nachdem diese geschehen ist als hellrothes Blut zum Her-

zen und den Arterien zurück. Durch die Luft also bekommt das Blut jene Färbung von reinem Roth, und es verliert durch die Wechselwirkung mit der Luft das schwärzliche Blau, das es als Venenblut zeigte. —

Das Substrat der hellrothen Farbe des, aus den Lungen zurückkehrenden, Blutes ist kein anderes, und kann kein anderes sein, als das Eisenoxyd des Cruors; und zwar muß dieses, um jene Farbe zu zeigen, einen sehr hohen Oxydationsgrad haben; (so wie überhaupt das Roth bei den Oxyden gewöhnlich ein Phänomen ihrer Verknüpfung mit der größesten Sauerstoffmenge ist, die sie aufnehmen können). — Hingegen darf hieraus nicht gefolgert werden, daß die dunkle Farbe des Venencruors bloß von einem geringeren Oxydationsgrade seines Eisens herrühre, da hier vielmehr noch ein anderer Stoff in's Spiel kommt, dem dieselbe hauptsächlich zuzuschreiben ist, nämlich eben jener beim Athmen entweichende Kohlenstoff, der im Blute der Venen schon als eine Art von Kohle und folglich mit schwärzlicher Farbe enthalten ist. Daß hiervon das Dunkle des Venencruors besonders herrühre, wird durch die Beobachtung bestätigt, nach welcher Blut im kohlensauren Gas schwärzer wird als im Wasserstoffgas (weil nämlich letzteres jenes Verkohlte leichter aus dem Blute in sich aufnimmt). —

Durch das Athmen, wobei die an die Luft abgesetzte Blutkohle mit deren Sauerstoffe zu kohlensaurem

rem Gas sich verbindet, könnte zugleich der Cruor, indem er von jener Blutkohle befreiet wird, von selbst seine rothe Farbe wieder bekommen, falls er sie an sich selbst, gleichsam unter der Decke, noch gehabt hätte. Ein Etwas von Roth ist ja auch der schwärzlichen Farbe des Venenblutes immer noch beigemischt, und Bichat vergleicht sie ganz richtig mit der von dunkeln Kirschen. Sollte nun nicht die helle Kirschfarbe, die den Arteriencruor auszeichnet, von selbst hervortreten, sobald von dem Venencruor jene dunkelmachende schwarze Substanz entwiche? Um die ganze Veränderung dieses Cruors auf ein bloßes Davonscheiden von überflüssig gewordenen Stoffe zu reduciren, so wie auch seinem Aeußerlichem nach das Athmen nun einmal erscheint (vergl. A.), wäre dies freilich der allerbequemste Ausweg! — Aber läßt es sich wol denken, daß das Eisenoxyd des Cruors eben den hohen Oxydationsgrad und die hierzu nöthige überreichliche Menge von Sauerstoff behalten konnte während es mit dem Kohlenstoffe (nämlich in seinem schon halb oxydirten Zustande als Kohle des Venenblutes) verbunden war? zumal da in allen Arten von eigentlicher Kohle, wie Bertholle t gefunden und Theodor de Sauſſure es bestätigt hat, der Kohlenstoff immer mit Hydrogen, diesem Antagonisten des Oxygens verbunden ist! — Es erscheint also wenigstens als höchst unwahrscheinlich, daß der venöse Cruor sich bloß durch seinen Kohlenstoff von dem arteriösen unterschiede, übrigens aber in seiner Qualität

lität, und insbesondere in der seines Eisenoxyds, ihm völlig gliche. Vielmehr muß man nach aller Analogie und allein schon aus chemisch-physikalischen Gründen (der physiologischen gar nicht einmal zu gedenken) annehmen, daß der arteriöse Cruor, indem er frei von jener Blutkohle ist, eben hiermit auch die Fähigkeit bekomme eine so starke Oxydation (Hyperoxydation) seines Eisens anzunehmen, und daß der venöse Cruor mit der Kohle zugleich auch ein weniger oxydirtes Eisen enthalte. —

Bei diesem Satze können wir ohne große Gefahr einstweilen beharren, wenn wir auch Girtanner's Fabel von einem Arterienblutdunste, worin ein Licht vortrefflich brennen und Thiere mit Leichtigkeit athmen sollten, jetzt für Das halten was sie ist *), und Ackermann's aura oxygena, als ein Mittelding zwischen Fluidum und anderer Materienform, nicht anerkennen wollen. Zwar glaubte derselbe die Existenz dieses Halbgas, aus dessen Verbindung mit Albumen die Blutkügelchen bestehen sollten, geradezu durch

*) Doch führt Walther (in seiner Physiologie §. 498.) nicht allein an, daß Arterienblut in seiner Wirkung auf Eudiometer einen Ueberschuß an freiem Sauerstoffe äußere, sondern daß es auch durch diesen säurungsfähige Substanzen in Säure verwandele. — Es ist sehr zu bedauern, wenn bei so mißlichen Dingen nicht angeführt wird, ob der Schriftsteller selbst, oder Wer sonst, die Versuche gemacht habe.

durch einen Versuch mit der Luftpumpe beweisen zu können, wobei die Schwimmhaut eines Frosches unters Mikroskop gebracht war, und nun bei Verdünnung der Luft sich Gasblasen entwickelten, indem die Kügelchen verschwanden, und sich mit der Masse des Blutes vereinigten *). Wer aber der physikalischen Gesetze nicht unkundig ist, für den bedarf es so wenig einer Erörterung des Nichtsbeweisenden dieses Versuchs, daß wir nur darum, weil man ihn, selbst in Schriften von diesen letzten Jahren, noch als evident angeführt findet, seiner hier erwähnt haben. —

Hat aber (wie dem Obigen nach anzunehmen ist, und was schwerlich Jemand bezweifelt) das Eisen des Arteriencruors wirklich einen höheren Oxydationsgrad, so ist die Frage: wie und woher es diesen bekomme? — Gerade hierzu war die Hypothese, nach welcher entweder ein Theil oder auch das Ganze des beim Athmen verzehrten Sauerstoffes der Atmosphäre an das Blut übertreten sollte, so sehr behülflich; und noch jetzt würde man sich auf diese Weise helfen können, wenn es bloß eine Respiration gäbe, wie die in andern Thierklassen ist (vergl. A.). Da aber namentlich die menschliche Respiration keinen äußern Sauerstoff anders, als zur Bildung der Kohlensäure, verbraucht (ebend.), so kann aus der Atmosphäre das Plus an Sauerstoff, welches den arteriösen Cruor auszeichnet, nicht kommen. —

Dies

*) De combustionis lentae phänomenis. pag. 8.

Diejenigen, welche dies schon sonst behaupteten, haben viel von einer relativen Oxydation des Blutes durch das Athmen geredet, nämlich von einer relativ vermehrten Menge des Sauerstoffes in demselben durch die Entziehung des Kohlenstoffes; — man darf aber zweifeln, daß Jeder, der dies nur so obenhin äußerte, sich etwas gehörig Bestimmtes dabei gedacht habe. Es kommt ja hier nicht auf relativ stärkeren Oxygengehalt des Blutes überhaupt an, sondern auf stärkere Oxydation des Eisens in seinem Cruor, wodurch dieser in den Arterien die lebhafte Röthe zeigt! Mag daher immerhin die Luft das, hierzu nöthige, mehrere Oxygen nicht hergeben; so muß doch der Cruor es irgendwoher nehmen und sollte es auch aus dem Serum (nämlich der ihn enthaltenden ungefärbten Blutmasse) selber an sich ziehen.

Faßt man aber die Hauptfrage, von der jetzt die Rede ist, schärfer in's Auge, so scheint sie nicht dahin zu gehen, woher der Cruor, um die lebhaftere Farbe zu bekommen, mehr ponderabeles Oxygen nehme? sondern eigentlich nur: woher das Oxygen, welches derselbe Cruor schon hat, die mit jener Farbe verknüpfte hervorstechendere Qualität erhalte? Es scheint, mit andern Worten, hier nicht so sehr auf das Ponderabele, als vielmehr auf das Imponderabele, also auf das eigentlich Physikalische (s. oben), anzukommen. Wäre der ponderable Sauerstoff hier die Hauptsache, so müßte ja der arteriöse Cruor kaltblütiger Thiere, die wirklich

solchen

solchen Sauerstoff beim Athmen absorbiren (s. A.) eine viel reinere und lebhaftere rothe Farbe haben und sich von dem venösen Cruor derselben Thiere weit stärker unterscheiden, als bei dem Menschen: — bekanntlich findet aber gerade das Gegentheil statt. Es kommt also, um jene lebhaftere Farbe anzunehmen, für den Cruor auf einen, ihm mitgetheilten, Zuwachs von wägbaren Sauerstoffe schwerlich an, sondern auf etwas Anderes und Feineres. —

Um hier den rechten Standpunkt zu gewinnen, ist es sehr zuträglich, sich mit den Ansichten, welche van Mons in seinen, von deutschen Theoretikern viel zu wenig gekannten und benutzten, Schriften (die jetzt zum Theil von Wurzer übersetzt erscheinen) aufgestellt hat, gehörig bekannt zu machen. In seiner Verbrennungstheorie *) namentlich ist ein reicher Schatz von Beobachtungen und Bemerkungen über die wichtigen Verhältnisse und Veränderungen der Imponderabilien bei den Oxydationsprocessen enthalten; und man mag die dort gebrauchten Ausdrücke Thermoxygen, Semi-Thermoxygen, Thermoxyd u. s. w. billigen oder nicht; so wird man doch immer noch jetzt anerkennen müssen, van Mons habe sehr ein-

*) Théorie de la Combustion par Gérard, d'après les leçons du cit. van Mons. Bruxelles an II. — Daran, daß Licht und Wärme beim Verbrennen hierin bloß aus dem Sauerstoffgas hergeleitet werden, was der Verfasser jetzt selbst nicht mehr billigen kann, darf man sich nicht stoßen.

einleuchtend dargethan, daß das Oxygen, abgesehen von seiner wägbaren Quantität, in den Körpern womit es sich verbindet, nicht immer in einerlei Zustande existire, und daß die Verschiedenheit dieses Zustandes von der verschiedenen Art und dem verschiedenen Grade seiner Verknüpfung mit Imponderabelem abhänge. —

Besteht das Wesentliche bei der die lebhafte Farbe bewirkenden Veränderung des Cruors durch das Athmen, wie wir vorhin es wahrscheinlich gefunden haben, nicht in einem Zuwachse an ponderabelem Sauerstoff, sondern in einer Verstärkung des imponderabelen oxydirenden Princips an dem Sauerstoffe jenes Cruors; so ist damit über das Wie hiervon dennoch keinesweges entschieden. Vielmehr lassen sich dabei zwei entgegengesetzte Ansichten denken (die auch wirklich existiren); indem nämlich entweder jene, auf dem Imponderabeln beruhende, stärkere Oxygenqualität nur durch eine dynamische Einwirkung der Atmosphäre beim Athmen an dem Cruor (und insbesondere an dem Eisen desselben) mehr hervorgerufen wurde (wie man sich auszudrücken pflegt); oder aber indem die Atmosphäre die hervorstechendere Qualität durch eine wirkliche Mittheilung an dem Cruor übertrüge. Mit dieser Alternative treten wir mitten in das Gebiet der eigentlichen Physik des Athmungsprocesses hinein.

Bei dem großen Einflusse, den die Electricitätslehre und besonders die Lehre von der galvanischen Elek-

Elektricität in der ganzen Naturwissenschaft gewann, und bei den, durch die idealistische Naturphilosophie so geltend gemachten, abstract-dynamischen Ansichten auf der andern Seite, ist es nicht zu verwundern, daß man mit Erklärungensweisen, die aus jenen beiden Quellen herfließen, sich auch bei der Theorie des Athmens zu helfen gedacht hat. — Insbesondere mußte das Wort Polarität (das überhaupt in jetzigen Zeiten häufig die Lücke zudecken muß, wenn es an reellen Erklärungen gebricht) dazu dienen, eine Scheinerklärung wenigstens auch für das Athmen zu liefern. Anderer physiologischer Schriftsteller, die zwischen einer wirklichen Aufnahme des Oxydirenden und einem bloßen Hervorrufen desselben im Blute entweder schwankten, oder sich gar zu hoch in die Lüfte verstiegen, hier nicht zu gedenken, müssen wir doch auf die Aeußerungen von Brandis über diesen Punkt um so mehr Rücksicht nehmen, je größer übrigens die Verdienste dieses Schriftstellers sind, und je mehr derselbe durch andere Betrachtungen über Polaritätsverhältnisse im Organismus der Physiologie einen wahren Gewinn verschaffte. Es hat, sagt Brandis *) nachdem er vortrefflich die Beziehung des Athmens auf das sensorielle Leben auseinandergesetzt, in den Lungen kein eigentlicher Wechsel ponderabler Stoffe statt, sondern ein Wechsel der Polaritätsverhältnisse der Atmosphäre und des Bluts, indem jene dieses mehr positiv polarisirt. — Indem

 die

*) Pathologie pag. 321.

die Luft, fügt er *) hinzu, ihre Polaritätsverhältnisse ändert, muß auch ihre Mischung verändert werden, ohne daß ihr ponderable Bestandtheile vom Organismo hinzugefügt, oder welche aus ihr weggenommen werden. Und er will wirklich nachher auf ein Absetzen von Wässerigem an die Luft, das wegen der durch Polaritätswechsel erfolgten Oxydation der Blutmasse in größerer Menge abgesondert werde, die ganze Lungentranspiration beschränken. — Daß dies letztere offenbar falsch sei; ist einleuchtend genug; denn woher käme nun wol der viele Kohlenstoff, der zum Athmen gebrauchten Luft, der doch bei allen speciellen und genauen Versuchen, auch den neuesten, sich darin zeigte? — Wie dieser durch innere Mischungsveränderung der atmosphärischen Luft selbst sich in dieser bilden könnte, davon haben wir gar keine Idee. — Freilich mußte der Uebergang dieses ponderabelen Stoffes aus dem Blute an die Luft unbeachtet gelassen werden, um das Polarisiren zwischen Luft und Blut desto reiner zu erhalten; und es wäre dafür sehr zuträglich, wenn selbst der Wasserdunst wegzubringen wäre. Aber gerade in diesem vermeintlichen Polarisiren steckt der Hauptirrthum. Heißt denn nicht Polarisiren so viel, als einen, in der Trennung wirkenden, Gegensatz der Thätigkeit bilden? und fordert nicht beim Polarisiren ein Bestimmtes sein Entgegengesetztes? Wäre die Wechselwirkung zwischen Luft und Blut beim Athmen ein wahres

Pos

*) pag. 322. sqq.

Polarisiren, so müßte daher die positive Polarität der Luft in dem Blute die negative Polarität wecken, und so zu sagen herausfordern; wie von elektrischen, galvanischen oder magnetischen Polen immer der eine seinen entgegengesetzten hervorruft und anspannt. Durch die Luft, welche selbst hier den positiven Pol bilden soll, kann aber unmöglich, wie Brandis sagt, das Blut positiv polarisirt werden. An diesem müßte also nur etwa der positive Pol vermittelst der chemischen Veränderungen stärker hervortreten, die zwischen der Luft und dem Blute statt finden; und auf solche Weise dürfte man allenfalls zugeben, daß auch die elektrische Polarität der Luft durch die Veränderung ihres ponderabeln Inhaltes beim Athmen mit verändert würde. Dies ist aber keinesweges Das, wohin die Anhänger einer rein-dynamischen Erklärung der Veränderungen beim Athmen eigentlich zielen. —

Es erhellet aus dem Gesagten, daß eine solche Erklärung hier nur aus der überhaupt so häufigen falscher Anwendung der Begriffe von Polarität und Polarisiren (welche die ihnen neuerdings zu Theil gewordene Preisaufgabe sehr verdienen) ihren Ursprung nehme. Ganz etwas anderes ist es, gewisse organische Vorgänge, die wirklich von solcher Art sind, damit zu bezeichnen, oder andere, die wenigstens eine Analogie damit haben, bloß vergleichungsweise dadurch zu erläutern. In dem fraglichen Falle aber, ist die Sache ganz anders; indem man nämlich auf

einen Vorgang jene Begriffe geradezu erklärend anwendt, worauf sie solchergestalt gar nicht passen; und indem man sogar andere reelle Ansichten jenes Vorganges (z. B. die auf der Decarbonisation des Blutes beruhende Veränderung) dadurch verdrängt. —

Zur Unterstützung jener Meinung von einem bloßen Polarisiren, oder ohne Intervention des Ponderabeln geschehen sollenden Polaritätswechsel, zwischen der Luft und dem Blute pflegt man sich gern auf den Galvanismus zu berufen; und Niemand hat dies wol mit mehr Gründlichkeit gethan, als Brandis, welcher sagt, es verhalte sich mit dem positiven Polarisiren des Blutes durch die Luft, wie mit dem durch den positiven Pol der galvanischen Leitung, worüber er ein von ihm selbst angestelltes, und sehr genau und deutlich *) beschriebenes Experiment angeführt hatte. Leider ist aber in Hinsicht auf ein reines Resultat nichts so mißlich, als galvanische Experimente mit thierischen Flüssigkeiten, und Physiologen thun am besten, diesen Stein der Weisen den Chemikern vom Fache zu überlassen, unter denen selbst es ja schon Beispiele giebt, daß auch sie sich dabei täuschen konnten. — Jener Brandis'sche Versuch beweiset nichts weniger, als was er beweisen soll. Das Blut in einer negativ galvanisirten Röhre wurde dabei heller und trennte sich in Serum und einen dichteren Theil; das in der positiv galvanisirten wurde auffallend dunkler gefärbt und gerann nicht, sondern wurde breiartig.

*) l. c. paq. 227. sqq. vergl. pag. 319.

artig. Schübler hat aber gezeigt *), daß bei Anwendung von galvanischer Elektricität auf das Blut letzteres am positiven Pole schwarz wird durch die sich dorthin ziehenden verdünnten Säuren, am negativen hingegen scharlachroth durch dorthin wanderndes freies Mineralalkali; an jenem entwickelte sich zugleich Lebensluft, an diesem inflammable: — positive Elektricität verhinderte übrigens, auch nach ihm, das Coaguliren des Blutes. Soweit ist alles in der Ordnung, und der Versuch von Brandis in der besten Uebereinstimmung mit denen von Schübler; nur daß die Phänomene durch gewisse chemische Vermittlungen, und nicht direct durch ein Wirken der galvanischen Pole hervorgebracht werden, wobei sie auch wol eher umgekehrt sich arten müßten. Zwar will nun Brandis auf die, von ihm zwischen beiden Röhren angebrachte, Zwischenleitung durch ein Nervenstück und auf den Gegensatz, den dessen Enden gegen die galvanischen Hauptpole gemacht hätten, ein großes Gewicht legen, so daß dann wirklich die helle Blutfarbe doch durch positive und die dunkle durch negative galvanische Wirkung entstanden wäre. Aber abgesehen davon, daß hingegen die Schübler'schen Ver-

*) Ueber den Einfluß der Elektricität auf das Blut und den Athmungsproceß (die Resultate aus seiner Dissertation: Experimenta quaedam influxum electricitatis in sanguin. et respir. spectantia. Tubing. 1810.) in Schweigger's N. Journ. f. Chem. u. Physik Bd. 3. pag. 292.

Versuche streiten, so mußte doch wol die Hauptwirkung mehr von den Hauptpolen, als von jenen Zwischenpolen, herrühren; und wenn sie in der Gegend von diesen zu beginnen schien, so konnte das eine Täuschung sein, die die Stellung der Gefäße oder andere Umstände vielleicht hervorbrachten.

Dieser Versuch, dessen Nebenhertreffen beim Ziele aus dem Angeführten wenigstens hinlänglich erhellet, erinnert als ein Versuch über Blutverwandlung, und hiermit über die Wirkung des Athmens, an andere gleichfalls mißlungene über die Blutbereitung. Bekanntlich schmeichelte sich Grindel eine künstliche Erzeugung des Blutes durch Galvanismus bewirkt zu haben, indem er durch den positiven Pol eine aus Wasser, Kochsalz, thierischem Stoff und phosphorsaurem Eisen zusammengesetzte weiße Flüssigkeit in eine rothe Flüssigkeit verwandelte. Allein so wenig physiologisch und selbst so wenig chemisch dieses Beginnen an sich schon war, so weiß man überdies aus Dr. Fischer's Kritik dieser neuen Grindel'schen Lehre, daß eine Anfressung des Golddrahtes die rothe Farbe hervorgebracht hatte, auf welche die ganze künstliche Bluterzeugung hinauslief. —

Aus alle diesem sieht man, daß entweder die richtige Methode zu Versuchen dieser Art noch nicht erfunden sein muß, oder daß, was wol das Wahrscheinlichste ist, eine solche Erklärung des Athmungsprocesses durch den Galvanismus, und durch Polarisiren und Polaritätswechsel zwischen Luft und Blut,

übers

überhaupt nicht statt finden kann. Man ist darauf dadurch gekommen, daß es mit dem Verschwinden des ponderabelen Sauerstoffes beim Athmen in der That so mißlich stand. Aber der Sprung, womit man sich nun über alles Chemische und Materielle sogleich hinausheben und zum bloß Dynamischen hinüberschwingen wollte, dieser Sprung war allzugroß. — Der Behauptung von Brandis, daß in den Lungen kein eigentlicher Wechsel ponderabeler Stoffe vorgehe, wobei derselbe Wilbrand *) anführt, kann man

*) Ueber das Verhalten der Luft zur Organisation, eine nähere Darstellung der eigentlichen Bedeutung des Respirationsprocesses. Münster 1807. — Diese interessante Schrift kann ich in der meinigen wenig benutzen, weil jene (um es mit einen darin oft gebrauchten Ausdrucke zu bezeichnen) zu sehr unter dem Exponenten des Idealen, diese hingegen unter dem des Realen steht. — Es läßt sich begreifen, wie an Ansichten jener Art selbst kenntnißreiche Männer so sehr hängen können; denn es ist viel Wahres darin; — fast könnte man sagen, das Ganze sei wahr, nur nicht das Einzelne! Es wird nämlich in lauter Allgemeines alles Individuelle der Natur aufgelöset, und dabei so vernichtet, daß man in dem Speciellen der Naturwissenschaften durchaus nichts mit solchen Sätzen ausrichten kann. Sollten z. B. Wilbrand's Ideen über die Luftarten brauchbar werden, so müßte man sie erst mit denen von van Mons u. A. verquicken. — Die Frage in jener Schrift (pag. 27.); welche Rolle beim Athmen Jenes übernehme, das beim Verbrennen im Sauerstoffgas als heftiges Feuer erscheine? soll unten ihre Antwort finden, die aber nicht bloß in einer allgemeinen Idee bestehen wird.

man, wenn man sich streng an die Worte hält, übrigens beipflichten; denn ein eigentlicher Wechsel oder Austausch ponderabeler Stoffe findet (bei dem menschlichen Athmen wenigstens, s. A.) allerdings nicht statt, da die Luft zwar ponderabele Stoffe von dem Blute bekommt, dieses aber keinen Zuwachs daran aus jener sich zueignet.

Eben dies leitete uns weiter oben auf die Vermuthung, daß der arteriöse Cruor sein Charakteristisches nicht eigentlich dem ponderabeln Sauerstoffe, sondern einem feineren Agens verdanken möchte. Unter dieser Annahme ließen sich hauptsächlich zwei verschiedene Ansichten denken, nach deren einer, die wir eben ausführlich genug betrachtet und dabei irrig befunden haben, beim Athmen die, den Arteriencruor auszeichnende Qualität durch eine dynamische Einwirkung der Luft nur geweckt und mehr hervorgerufen würde; nach deren anderer hingegen jener Cruor sein qualitätgebendes feineres Princip durch eine reelle Mittheilung bekäme. —

Diese zweite Erklärungsweise müssen wir darum desto schärfer in's Auge fassen, weil in ihr, alles bisher Angeführte zusammengenommen, so zu sagen die einzige Rettung zu liegen scheint, und es desto übler wäre, sich auch hierbei zu täuschen. — Die Mittheilung eines feineren qualitätgebenden Princips von Seiten der Luft an das Blut, von welcher hier die Rede ist, müßte doch nothwendig aus dem Vorrathe von feinerem imponderabelen Inhalte der Atmosphäre.

mosphäre selbst geschehen, und dazu scheint nichts sich so gut zu eignen, als die atmosphärische Elektricität. — Eine hieraus genommene Erklärung wäre ganz etwas Anderes, als jene auf den Galvanismus gebaute, wobei, wie Brandis auch angiebt, die Luft und das Blut gleichsam als zwei flüssige Zwischenleiter zwischen einer größern makrokosmischen Leitung (oder vielmehr galvanischen Elektricitätserregung), und einer inneren von festen Theilen der thierischen Organisation abhängenden, zu betrachten sein würden. Dies läuft also überhaupt mehr auf eine Elektricitäts-vertheilung hinaus, und findet als solche die oben angezeigten Schwierigkeiten. Hier ist aber die Frage, ob eben solche sich auch bei der Annahme einer Elektricitäts-mittheilung zeigen möchten? Auch beim Galvanismus könnte wol eine solche Mittheilung allenfalls statt finden; wir haben aber oben gesehen, daß bei der Wirkung des Galvanismus auf jenen thierischen Saft Umstände, und namentlich chemische Veränderungen sich einmischen, welche eine directe qualitätgebende Wirkung der galvanischen Action verhindern und machen, daß die indirecte Wirkung verkehrter Art ist. Wollte man vielleicht seine Hoffnung auf die regulirende Vitalität und den Einfluß der festen lebendigen Theile setzen, wodurch in den lebenden Lungen selbst doch die galvanische Wirkung so modificirt werden könnte, daß sie den rechten Effect hervorbrächte; so ist dagegen erstens zu bedenken, daß dies eine bloße Annahme ohne bestimmte Gründe wäre; zweitens, daß

die

die Veränderung des Blutes durch die Luft in den Lungen ohne bestimmenden Einfluß der eigentlichen Vitalität, und besonders ohne directe Mitwirkung der Nerven, geschieht (vergl. I. E. 2.); und endlich, daß jene Veränderung, bei übrigens gegebenen Bedingungen, sogar außer dem lebenden Körper (vergl. ebend.), also nicht etwa nach Gesetzen der individuell-organischen, sondern der allgemeineren Natur, vor sich geht. —

Darum muß man beim Erklären der Veränderung des Cruors durch die Atmosphäre den Galvanismus ganz aus dem Spiele lassen, und lieber sein Heil mit der gewöhnlichen Elektricität versuchen. Es leuchtet ein, daß eine elektrische Mittheilung von der Atmosphäre an den Cruor jene, dem Galvanismus gemachten, Einwürfe nicht gerade treffen würden. Auch lehrt die Erfahrung daß, wie Brandis ganz richtig sagt *), auf den Athmungsproceß nicht bloß das größere Mischungsverhältniß der atmosphärischen Luft einwirkt, „sondern jedes veränderte Polaritätsverhältniß der Atmosphäre, das sich immer auch in veränderten Eigenschaften derselben anzeigt, veränderte Schwere Elasticität, Trockne und Feuchtigkeit, Elektricität u. s. w." Unter allen hier eben genannten Modificationen und Veränderungen der Luftbeschaffenheit ist die elektrische die wichtigste, denn alle barometrischen Eigenschaften und Veränderungen der Luft (nur nicht die eigentlich manometrischen) lassen sich, wie van Mons vortrefflich

*) l. c. pag. 324.

trefflich gezeigt hat *), darauf reduciren. — Wie viel lebhafter und kräftiger ist aber nicht die Respiration bei heiterem Wetter, wenn z. B. ein trockener Ostwind wehet, als bei einem lahmen und lähmenden Südwestwinde! wie beklommen fühlt sich die Brust, wie beschwerlich ist vielen Menschen das Athmen vor dem Ausbruche schwerer Gewitter u. s. w. Dennoch hat man bis jetzt durchaus nicht genügend angeben können, in was für Veränderungen des ponderabeln Inhaltes der Luft diese so abweichenden Wirkungen der verschiedenen Zustände derselben auf das Athmen liegen möchten; und es leidet kaum einen Zweifel, daß in ihrem ponderabelen, und namentlich in ihrem elektrischen, Inhalte der Grund zu finden sei. Sollte also nicht eine auf eben diesem elektrischen Inhalte beruhende Mittheilung von Seiten der Atmosphäre an das Blut in der Regel auch schon jene feinere Veränderung der Qualität des Cruors bewirken? die, wie wir oben sahen, aus einem Zuwachse an ponderabelem Stoffe sich nicht herleiten läßt. —

So plausibel dies auch klingen mag, so viele Bedenklichkeiten erheben sich doch dagegen! — Daß nach Schübler (a. a. O.) in gesperrter elektrischer Luft Thiere früher starben, als in nicht elektrischer, rechnen wir dazu nicht, denn das Uebermaß einer solchen künstlichen Ladung der Luft mit Elektricität kann verderblich werden, wenn das gehörige Maß der natür-

*) In seinen von Wurzer jetzt übersetzten: Principes d'électricité.

türlichen Ladung noch so zuträglich ist. — Derselbe fand aber auch, daß Elektricität überhaupt, ganz besonders aber die positive, das Coaguliren des Blutes verhinderte, und es in einen aufgelösteren Zustand versetzte; was schon einen bedeutenderen Gegengrund abgiebt, zumal da bei heiterer reiner Luft die positive Elektricität in der Atmosphäre vorzuherrschen pflegt. Hierbei würde also schwerlich das Athmen so frei und leicht sein, wenn die elektrische Luftbeschaffenheit geradezu durch Mittheilung auf das Blut wirken könnte, das ja beim Athmen Arterienblut, also ein, zum Gerinnen geneigteres, Blut, werden soll. Auf ein Reguliren der, von außen kommenden, Wirkung durch Nerventhätigkeit u. s. w. dürfen wir uns, wie vorhin schon gezeigt ist, hier nicht berufen. — Ueberhaupt läßt sich nicht glauben, daß eine so bestimmte und regelmäßige Veränderung, wie die des Blutes, und insbesondere des Cruors, bei dem Durchgange durch die feinsten Lungengefäße ist, von etwas so Unstätem und Veränderlichen abhinge, als das Imponderabele in der Atmosphäre und namentlich die atmosphärische Elektricität ist. Das Verhältniß der ponderabeln Bestandtheile der atmosphärischen Luft ist hingegen zum Bewundern gleichmäßig; es ist bis auf unbedeutende Unterschiede so constant an den verschiedensten Orten und zu den verschiedensten Zeiten, daß ja sogar die, sonst hierbei angenommenen, starken Abweichungen durch spätere Forscher widerlegt wurden. Gerade diese Beständigkeit des ponderabeln atmosphä-

mosphärischen Inhaltes eignet daher denselben ganz vorzüglich dazu, die im Allgemeinen eben so beständige Veränderung des Blutes beim Athmen ihrem Wesentlichen nach zu bewirken; dies mag nun direct oder indirect, auf eine oder die andere Weise geschehen. — Hinge namentlich die Farbe, die der Blutcruor bei seiner Verwandlung in den Lungen annimmt, (und von welcher hier noch immer eigentlich die Rede ist), hinge diese Farbe von einem bestimmten elektrischen Einflusse der Atmosphäre ab, so müßte ja der Cruor in den Arterien bald diese, bald jene, und zuweilen eine seiner regelmäßigen gerade entgegengesetzte Farbe zeigen; er müßte, je nachdem die eine oder die andere Elektricität in der Atmosphäre dominirte sich immer auf eine äußerst merkliche Weise verändern; was die Erfahrung keinesweges bestätigt.

Gewiß reichen diese Bemerkungen hin, um sich zu überzeugen, daß die atmosphärische Elektricität (nämlich die freie, unter diesem Namen gewöhnlich verstandene) von keinem wesentlichen Punkte der Blutumwandlung in den Lungen, und am wenigsten von der Farbenveränderung des Cruors die äußere Ursache sein könne. Wegen der Verwandtschaft einer solchen Hypothese mit der vorhin beleuchteten, galvanistischen war es aber nöthig, sie hier gehörig an's Licht zu ziehen; dann auch deswegen, weil es so leicht ist durch die große Rolle, die unleugbar die thierische Elektricität spielt, auf den Gedanken zu kommen, dieser eine, ohne Zweifel nöthige, materielle Zufuhr

auf

diese bequeme Weise, durch einen Uebergang von freiem atmosphärischen Elektricum an das Blut, auszumitteln und anzuweisen. — Hierauf muß nun Verzicht geleistet werden. Und sollte auch so Etwas statt finden, so ist es wenigstens nicht aus Dem herzuleiten, was man atmosphärische Elektricität gewöhnlich nennt.

Die wirklich vorkommenden, und fast täglich leicht wahrzunehmenden Wirkungen, die der elektrische Zustand der Atmosphäre, nach Brandis's oben angeführter Bemerkung, auf das Athmen der Menschen allerdings hat, können also, wie jetzt erhellet, nicht von einem Einflusse jener elektrischen Luftconstitution auf das Blut beim Athmen herrühren; sondern die Affection der festen Theile, besonders die des Nervensystems, welche Brandis hierbei mit Unrecht als geringfügig betrachten will, und namentlich die Affection der Respirationsnerven (vergl. I. F.) durch den elektrischen Zustand der Atmosphäre muß Das sein, wodurch jene Wirkungen vermittelt werden. Eben darum betreffen dieselben nicht sowol den eigentlich inneren Athmungsproceß und die Mischung und Beschaffenheit des Blutes, als vielmehr den Grad und den Takt und die Leichtigkeit des Athemholens, als eines zur Irritabilität gehörigen und unter dem unmittelbaren Einflusse der Sensibilität stehenden Vorganges. Die dabei statt findenden Abweichungen in der Energie der Blutumwandlung beim Athmen sind hiervon mittelbare Folgen, die aber, weil die

Lun-

Lungen an der Respirationsbewegung selbstthätigen Antheil nehmen (vergl. I. E. 1. u. I. F. 10.) desto sicherer und desto merklicher (für die ganze Lebensthätigkeit und vorzüglich für die sensorielle) eintreten müssen.

Durch diese Betrachtungen wird es auch wahrscheinlich, daß die vielen und ausgemachten übeln Folgen einer Luft von solcher Art der Verderbniß, deren Grund die sorgfältigste chemische Untersuchung in einem Verhältnisse der ponderabeln Bestandtheile nicht auffinden konnte, mehr der Wirkung auf die bei der Respiration thätigen Organe, als der auf das Blut selbst zuzuschreiben sein mögen. Wenn man letzteres in solchen Fällen untersuchte, so würde man eben so große und vergebliche Mühe haben, in seiner chemischen Mischung und seinen physischen Charakteren eine dem Athmen der fehlerhaften Luft entsprechende Veränderung nachzuweisen, als man angewandt hat, um den Grund der schädlichen Wirkung in der Luft selbst zu erforschen und aufzuzeigen. Je mehr wir uns aber von der gänzlichen Unterordnung des gesammten Irritabilitätsprocesses der Respiration unter das Leben des Nervensystems (vergl. I. u. II.) überzeugen; desto weniger werden wir eine fehlerhafte directe Wirkung der Luft auf das Blut in den Lungen nöthig finden, wenn die Lungenfunction und die Respiration überhaupt und der ganze Organismus in einen fehlerhaften Zustand gebracht werden soll. — Es wird jedoch, wie sich von selbst versteht, hiermit durchaus

nicht

nicht geleugnet, daß es gewisse bestimmte Abweichungen der Luftbeschaffenheit geben könne und wirklich gebe, welche geradezu auch auf das Blut wirken. —

Eine durch chemische Untersuchung schwer auszumittelnde schlechte Beschaffenheit von allgemeiner verbreiteter oder zum Athmen noch nicht gebrauchter Luft (wovon vorhin eigentlich die Rede war) ist wol zu unterscheiden von der, unter gewissen Umständen vorgekommenen, schlechten Beschaffenheit solcher Luft, die in Gebäuden Menschen schon zum Athmen gedient hatte, und auch übrigens dadurch sehr verdorben war; worin aber dennoch die Chemiker keine bedeutende Abweichung von dem allgemeineren Verhältnisse der ponderabeln Bestandtheile der Atmosphäre entdecken konnten *). Das Räthselhafteste in diesen so sonderbaren Beobachtungen ist der Mangel einer reichlichen Menge von Kohlensäure in einer Luft, worin viele Menschen ohne daß sie erneuert war übermäßig lange geathmet hatten, des Brennens der Kerzen nicht einmal zu gedenken. — Es versteht sich wol von selbst, daß dadurch die unzähligen speciellen und sehr genauen und sicheren Beobachtungen, wonach wirklich beim Athmen Kohlenstoff in Gasgestalt aus den Lungen ausgeschieden wird, nicht umgestoßen werden. — Hat aber vielleicht die Luft in größeren (wenn auch eingeschlossenen) Räumen, worin viele Individuen zusammen

*) Aeußerst merkwürdige Beispiele führt Wurzer an in der Vorrede und seinen Anmerkungen zu Momberger's Schrift: Die Gasarten. Cassel u. Marburg 1810.

sammen sind, ein Vermögen, das ihr in kleineren Räumen, Recipienten u. s. w. nicht eigen bleibt? — Die Atmosphäre im Großen hat wie bekannt das Vermögen sich zu regeneriren und stellt das immerfort gestörte Quantitätsverhältniß ihrer ponderablen Bestandtheile immerfort wieder her; eine Naturerscheinung, deren bisherigen vermeintlichen Erklärungen noch sehr vieles fehlt um befriedigend zu sein! Ist vielleicht in jenen Fällen etwas Aehnliches (wovon wir den wahren Zusammenhang freilich noch nicht kennen) vorgegangen? Die ponderabeln Bestandtheile der Luft in jenen Räumen mußten durch das Athmen darin durchaus in ihrem Verhältnisse sehr verändert sein; dies müßte sich aber bei der chemischen Untersuchung deutlich genug gezeigt haben, wenn jenes Verhältniß nicht durch irgend einen Vorgang sich wiederhergestellt hätte. Damit war indessen das gehörige Verhältniß des Imponderabeln in jener Luft noch keinesweges wiederhergestellt; sie blieb voll von, zur Luftmischung eigentlich nicht gehörigen, feineren Stoffen, von entwickelten Dünsten, ihr elektrisches Verhältniß und ihre Spannung war verändert; und so blieb sie dennoch zur gehörigen Unterhaltung des Athmens aus oben angegebenen Gründen untauglich, (und wol auch zur Unterhaltung einer lebhaften Lichtflamme). — Uebrigens sollen diese Andeutungen keinesweges für eine Lösung des Räthsels gelten; und überhaupt würde man sehr verblendet sein, wenn man die große Unsicherheit und Lückenhaftigkeit

der Naturkunde unseres Dunstkreises (der ein wahrer Dunstkreis auch für die Forschung ist) nicht einsehen wollte.

Wir können nun endlich versuchen, aus alle Dem, was über das Athmen von der physikalischen Seite hier vorgetragen wurde, wo möglich ein Resultat zu ziehen; was freilich nicht sehr glänzend aussieht, da es mehr negativer als positiver Art ist. — Wir haben nämlich gefunden, daß für die Veränderung des Blutes beim Athmen weder in einem zwischen dem Blute und der Luft etwa obwaltenden Galvanismus, noch in einem Einflusse der eigentlichen atmosphärischen Elektricität eine wesentliche Bestimmung aufzufinden sei, und daß überhaupt auf die so variabeln imponderabeln Atmosphärilien bei jener so constanten Veränderung nicht viel gegeben werden könne. Nur der organische Mechanismus der Respiration, fanden wir, sei von der Luftelektricität und von subtilen Veränderungen der Luftconstitution in gewissem Maße abhängig, und die Abweichungen, in die er selbst mehr geradezu dadurch gerathe, seien im Stande auch auf den Respirationschemismus zu wirken, der also nur mittelbar und weniger in seinem Wesentlichen alsdann verändert werde. — Doch hatten wir nicht umhin gekonnt (und das gerade war der Punkt, wodurch wir auf alle diese negativ beantworteten Fragen kamen), eine aus der bloßen Decarbonisation nicht zu erklärende Veränderung des Cruors

in

in den Lungen, eine gewisse feinere Metamorphose desselben anzunehmen, die überhaupt aus dem Ponderabelen als solchem nicht genügend erklärt werden konnte (s. oben.). —

Dennoch sind wir durch das Bisherige hinlänglich gewarnt, von dem Ponderabelen in der Veränderung des Blutes und der Luft beim Athmen, von dem eigentlich chemischen in der Lungenfunction nicht unbesonnen abzuspringen. Wollen wir also einen Aufschluß über jene feinere Veränderung des Cruors suchen, so muß er mit dem eigentlich Chemischen des Athmens zugleich gegeben sein; so muß das Wägbare auf das zugleich etwa in's Spiel kommende Unwägbare uns von selbst führen. —

Bis jetzt haben wir (unter A. und B.) die Lungen selbst ganz unbeachtet gelassen und bloß auf die Luft und das Blut geachtet: ein Verfahren, welches, wo von einer organischen Function die Rede ist, wirklich sonderbar scheinen könnte für den sichern Gang der Untersuchung uns aber doch sehr nützlich gewesen ist. Jetzt können wir dieses Zwanges uns dreister entledigen, da eben er uns vor unbesonnenen Fehltritten schon ziemlich gesichert hat. Und vielleicht wird dann die Rücksicht auf das respirirende Eingeweide uns zugleich behülflich sein, über die Veränderung des Blutes bei der Respiration noch Einiges mehr herauszubringen.

C. Aussicht zu einer künftigen Physiologie des Respirationsschesmismus.

Schon diese Ueberschrift ist eine gute Schutzwehr gegen gewisse, sonst vielleicht bevorstehende Anfechtungen. Was kann man dagegen haben, wenn Jemand Andeutungen und Winke vorbringt über einen Gegenstand, wo uns im Grunde alle Gewißheit fehlt? und wie dürfte insbesondere ein Chemiker den Physiologen hierüber tadeln? da gerade die Chemie über das Wesentliche des Respirationsprocesses uns früherhin so große Versprechungen zu Aufschlüssen gab, die nachher unerfüllt geblieben sind! Wenn man sich nun trotz dem so nahe als möglich an sie hält, und ihre Aussprüche immer zur Grundlage der Betrachtungen macht: so wird sie übrigens auch wol thun, nicht allzusehr aus ihren Schranken zu treten, und nicht zu verlangen, daß der Physiologe die Sache gerade ganz eben so beurtheile, als der Chemiker; aus dessen Gebiete ja das vornehmste Object des ersteren, nämlich der lebende Organismus hinwegbleibt. — Es sind Vermuthungen, die wir hier vortragen werden, keine Lehrsätze, mitunter auch wol bloße Zweifel; und die anzugebenden Gründe sind nicht Entscheidungsgründe, sondern bloß Wahrscheinlichkeitsgründe. Dies sei ein für allemal gesagt! damit wenn der Ausdruck (zur Vermeidung

der

der Weitschweifigkeit) zu kategorisch lauten sollte, daraus kein strenger Richter einen Vorwurf hernehmen möge.

Um einen festern Standpunkt zu nehmen, ist es zuträglich, die Respiration des Menschen zunächst allein, und die anderer Thiere wenigstens nur Beziehungsweise, zu betrachten; worauf dann das, was für diese insbesondere gilt, sich vielleicht nachher von selbst ergeben wird.

Selbst bei dem Menschen ist, wie sich vorhin gezeigt hat, der Athmungsproceß seiner sehr wesentlichen Grundlage nach, ein mit wägbaren Stoffen vorgehender Chemismus; er ist kein bloß im Imponderabeln waltender Dynamismus. Die irrigen Erklärungen und Ansichten, wozu letztere Annahme führt, brachten uns im Vorhergehenden zu dem Vorsatze, bei der ferneren Untersuchung immer von dem Ponderabelen wenigstens auszugehen; den wir also jetzt beibehalten müssen.

Unter den beim Athmen im Umsatze befindlichen wägbaren Materien ist die wichtigste der Kohlenstoff, in dessen Uebertragung an die Luft ja das menschliche Athmen, chemisch betrachtet, fast allein besteht (s. A.). Desto interessanter auch für das Physiologische ist daher die Frage: Wie — d. h. in welcher Gestalt und durch welche Hülfsmittel — gelangt der Kohlenstoff aus dem Blute in die Luft? —

Es war sonst leichter diese Frage zu beantworten als jetzt; indem man nämlich annehmen durfte, daß der Kohlenstoff durch aus dem Blute selbst hergenommenen, Sauerstoff schon so weit verflüchtiget und dem Zustande vollkommener Kohlensäure schon nahe genug gebracht werde, um wenigstens in die Luftröhrenverzweigung, wo er dann durch atmosphärischen Sauerstoff vollends zu gasförmiger Kohlensäure werde, aus den feinsten Blutgefäßen der Lunge übergehen zu können; welche letztere für den Antheil von Sauerstoff, den sie selbst zur Bildung der Kohlensäure hergegeben hätte, durch anderer von der Luft ihr mitgetheilten reichlich entschädigt würde. Im Geiste dieser Ansicht sagte van Mons *): der Kohlenstoff im Venenblute befindet sich im Maximum der Oxydation, oder in einem Grade, der nahe an Oxygenaction oder den sauren Zustand gränzt. — Ein Blick auf die neuesten Resultate der chemischen Untersuchung über das Athmen (A.) kann uns indeß belehren, daß jene Erklärung in ihren Prämissen falsch ist und daher überhaupt nicht Platz nehmen darf. Es wird ja bei dem Athmen des Menschen gerade so viel Kohlensäure erzeugt als atmosphärischer Sauerstoff verzehrt wird; das heißt: so viel Oxygengas als sonst überhaupt nöthig ist um Kohle in kohlensaures Gas zu verwandeln, wird auch beim Athmen dazu

*) Théorie de la combustion pag. 76.

dazu verbraucht; und aus der Mischung der eingeathmeten Luft geht gerade nur so viel Oxygengas verloren, als in dem kohlensauren Gas der ausgeathmeten Luft wieder enthalten ist. Unmöglich aber könnte diese so übereinstimmende Proportion sich hier zeigen, wenn ein Theil des die Blutkohle zu Kohlensäure bildenden Oxygens aus dem Blute selbst käme. Nun wollen wir zwar damit nicht leugnen, daß der Kohlenstoff, so wie er im Venenblute und namentlich an dem Cruor desselben ist, schon beträchtlich oxydirt sei (denn im mehr reducirten Zustande oder im geringsten Oxydationsgrade befindet er sich, wie van Mon's richtig bemerkt *), noch unverkohlt in den organischen Substanzen selbst); aber er ist im Blute nicht mehr oxydirt wie andere Kohle auch, er ist darin eine wahre Blutkohle und kein Mittelding zwischen Kohle und Kohlensäure, denn sonst müßte er, um zu dieser zu werden, nicht eben so viel Sauerstoff der Luft verzehren als andere Kohle. Auch lehrt ja das Schwarze in der Farbe des venösen Cruors, das von dem Kohlenstoffe eben herrührt (vergl. B.), dieser stimme im Blute sogar seinem Aeußern nach mit der Kohle geradezu überein. — Nun ist aber die Kohle ein fester und (ohne eine vorhergehende Verbrennung) durchaus nicht flüchtiger Körper. Möchte sie also

in

*) l. c. pag. 74.

in noch so kleinen Partikelchen an dem Venencruor haften, so ist sie doch in der Materienform, die sie an diesem hat, zum Uebergange in die Luft ohne eine anderweitige Vermittelung gar nicht fähig. Und die Frage ist nun: wodurch wird die Blutkohle so verflüchtiget, daß sie aus dem Blute in die Luft übergehen kann? —

Da Das, wodurch die Kohle flüchtig wird und die Luftgestalt annimmt, der Sauerstoff ist womit sie sich chemisch verbindet; so muß solcher Sauerstoff auch beim Athmen die Verflüchtigung der Blutkohle bewirken. Nun kommt aber der Sauerstoff, der die Kohlensäure beim Athmen bildet, wie wir eben sahen, nicht aus dem Blute, sondern bloß aus der Luft, worin geathmet wird. Durch eben diesen atmosphärischen Sauerstoff also muß die Blutkohle verflüchtiget werden. — Man könnte einer solchen weitläufigen Auseinandersetzung sich überheben, wenn nicht die Folgerung eben so wichtig, als anscheinend schwierig wäre, welche nun offenbar darin besteht: daß der Sauerstoff der eingeathmeten Luft an das Blut übertreten muß, um sich darin mit dem Kohlenstoffe zu verbinden, und mit diesem als Kohlensäure wieder daraus hervorzutreten *).

Das

*) Früherhin habe ich (Lehrb. d. Physiol. pag. 269.) dies selbst sehr unwahrscheinlich gefunden; und es

Das Oxygen muß also aus den sogenannten Lungenbläschen, d. h. aus den Endzweigen der Luftröhre in die sie umspinnenden blutführenden Haargefäße der Lunge eindringen, und dann alsbald wieder verknüpft mit dem Kohlenstoffe aus diesen in jene zurückkehren. Anzunehmen, daß dies wirklich so geschehe, zwingen uns die Lehren der Chemie verglichen mit unserer Kenntniß von den functionirenden Theilen. Wie es aber damit zugehe, und auf welche Art ein solcher Vorgang in den Lungen statt finden könne, das verdient eine genauere Erörterung.

Auf den ersten Anblick macht hier das Verschlossensein der Theile, zwischen denen jener Wechsel ponderabeler Stoffe vor sich gehen müßte, einen schwierigen Einwurf; denn daß die feinsten arteriösen Blutgefäße in die feinsten venösen in den Lungen gradezu übergehen, und nicht in die Luftgefäße sich endigen, ist entschieden und außer allem Zweifel. Deshalb sagt Brandis *): „Unmittelbare Berührung des Bluts und der inspirirten Luft und dadurch Wechsel der ponderabelen Bestandtheile läßt sich nicht denken; dieselben Lungenzellen, welche noch im todten Zustande

---

es würde nicht nur dies sondern zugleich lächerlich sein, wenn dabei der atmosphärische Sauerstoff gewissermaßen willkürlich agiren sollte. Gehorcht er aber nur einer physisch-nothwendigen Anziehung und Abstoßung, so bleibt übrigens alles in seiner Ordnung.

*) l. c. pag. 319.

Zustande sich einzeln aufblasen lassen und ihre Luft einschließen, dürften wol im lebendigen Zustande nicht weniger luftdicht sein; wenn wir aber auch im lebendigen Körper und in den Lungenbläschen hierüber keine Beobachtungen anstellen können, so sehen wir doch außer dem Körper in dem Falle dieselben Erscheinungen, wenn das Blut in eine vollkommen luftdichte feuchte Blase eingeschlossen und also der Berührung der Luft völlig entnommen ist;" u. s. w. — Eigentlich wird aber hier gestritten gegen Etwas, das Niemand behaupten wird; denn daß die eingeathmete Luft nicht im Ganzen an das Blut trete, sieht jeder ein; zwischen Luft und Blut ist in den Lungen die Scheidewand, die in den Häuten jener feinsten Gefäße besteht. Was wirklich behauptet wird ist nur dies, daß aus der Luft an das Blut in den Lungen und umgekehrt aus diesem in jene gewisse Stoffe übergehen können. Zwar haben neuere Versuche gezeigt, daß eine Beimischung von Luft zu dem Blute nicht, wie man sonst nach Blumenbach annahm, durchaus schädlich und tödtlich werden müsse, und sie könnte zumal in den kleinsten Gefäßverzweigungen, die noch dazu auf Wechselwirkung mit der Luft angelegt sind, und in so äußerst kleinen Portionen gewiß ohne Nachtheil geschehen; aber sie findet nun einmal nicht statt, und es ist nicht nöthig darüber weiter zu rechten. — Daraus

aber,

aber, daß jene Gefäßhäute der Luft den Durchgang verwehren folgt aber keinesweges, daß sie überhaupt keine ponderabelen Stoffe durchlassen. Es kommt in Hinsicht dieser Penetrabilität auch gar nicht bloß auf das Gröbere oder Feinere Schwerere oder leichtere der durchzulassenden Materien an. Läßt ja die todte Gallenblase selbst den färbenden Stoff der Galle durch, und doch kann sie ebensowol als andere Schläuche mit Luft aufgeblasen werden, und diese in sich behalten. Haller, welchen Brandis in der Anmerkung citirt, bemerkt selber *), daß sogar das Wasser durch die meisten festen Körper und insbesondere durch thierische Membranen leichter hindurchgeht als die Luft; (und fügt nachher hinzu **), daß letzterer die Anfeuchtung der Membranen den Durchgang noch mehr erschwert). — Es ist also deutlich genug, daß bei diesem Hindurchgehen von Materien durch andere Körper etwas Specifisches obwalte; und gerade darum müssen specifische Anziehungen, wie sie in dem fraglichen Falle zwischen den Bestandtheilen der Luft und denen des Blutes statt finden, den Durchgang der Stoffe durch die Häute um so mehr befördern. Es braucht keinesweges die atmosphärische Luft überhaupt (als Ganzes ihrer Mischung genommen) von den Gefäßhäuten hindurchgelassen zu werden, und doch

*) Elem. physiol, T. III. pag. 180.

**) pag. 181.

doch kann das Oxygen als einzelner Bestandtheil dazu die Freiheit haben *). — Da zwischen dem in eine todte angefeuchtete Blase eingeschlossenen Blute und der die Blase umgebenden Luft im Ganzen dieselben Verhältnisse obwalten, so kann natürlich auch das Resultat ein ähnliches sein. — Uebrigens hätten wir die Aufzählung aller dieser Gründe gar nicht einmal nöthig gehabt, da Brandis bei seiner Meinung übersah, daß nicht allein der Wasserdampf den er selbst anführt, sondern auch der Kohlenstoff den er übergeht (vergl. B.), welche doch beide ponderabele Materien sind, nun doch einmal laut der Erfahrung durch jene Gefäßwände hindurchgehen müssen. Was sollte also den Sauerstoff hindern ebenfalls hindurchzugehen? Seine Ponderabilität, hiernach zu urtheilen, doch wol gewiß nicht! —

Daß nun solche Stoffe durch solche Häute so gleichmäßig und ohne Wahl hindurchgingen, wie z. B. durch ein in sich homogenes Fluidum das Licht, darf man freilich nicht annehmen, sondern es müssen in den Membranen, sie mögen nun lebendige oder todte sein, sich Poren befinden, um jene Stoffe hindurch zu lassen. Die Kleinheit jener Gefäße und die

---

*) Wie es sich bei dem Athmen von reinem Oxygengas verhalte, ist nicht sogleich völlig zu entscheiden. Doch lehrt ja die Erfahrung, daß dasselbe keineswegs behaglich und zuträglich sei und nur kurze Zeit ertragen werde.

die folglich noch viel größere Kleinheit dieser Poren ist dagegen kein Einwurf; und eben so wenig kann man sagen, wie groß die Poren überhaupt sein müssen, um ponderabele Stoffe hindurchzulassen. Ohne die Annahme von solchen Poren kommt man überhaupt in der ganzen Lehre von der Secretion und Nutrition nicht aus. Die Absetzung der allgemeinen Ernährungsmasse in die Theile des Körpers, die Secretion des Fettes kann nicht anders als durch solche Poren geschehen. Die Hauttranspiration wird durch ähnliche, die nur etwas mehr verlängert sind bewirkt. Und auch bei dem kleinsten Insect muß der Darmkanal Poren haben, welche den in der Bauchhöhle eines solchen Thierchens enthaltenen Saft durchschwitzen lassen; da wir auch bei den größten Insecten außer den Tracheen und dem Rückengefäße keine anderen Gefäße wahrnehmen können. —

Sehr gut reden insbesondere über die Poren im Innern der Lungen Sömmerring und Reißeisen *); und daß sie nicht unorganische Poren seien, schließt letzterer mit Recht daraus, daß sie während des Lebens in der Regel von dem vorbeifließenden Blute nur die allerfeinsten dampfartigen Theile durchlassen, und der Uebergang von eingespritzten Flüssigkeiten aus der einen Art von feinen Blutgefäßen der Lunge in die andere, ohne vieles Uebertreten in die Luftgefäße desto leichter geschieht,

je

*) In den mehrmals angeführten Preisschriften, pag. 91. sqq. pag. 29. sqq.

je frischer die Lunge ist. Daß übrigens, wie hinzugesetzt wird, jene Mündungen auch in der größten Erschlaffung nur ungefärbte Flüssigkeiten durchlassen, gilt wol nicht ohne alle Ausnahme, da in gewissen Fällen von Hämoptysis selbst der Cruor des Blutes durch sie hindurchgeht. Doch dient der Umstand, daß sie selbst im Tode nicht bis zu diesem Grade sich erweitere, was auch die Sömmerring'schen Angaben erhärten, desto mehr zur Bestätigung ihrer wirklich organischen und vitalen Beschaffenheit. —

Reißeisen ist nun zwar der Meinung: wenn im lebenden Zustande aus dem Adernetze der Lungen ein immerwährender Strom von Flüssigkeiten ausdampfe, so könne nicht zu gleicher Zeit ein entgegengesetzter Strom von Flüssigkeiten aufgenommen werden *). Indeß ist (wie ich hiergegen schon an einem andern Orte eingewandt habe) der Wasserdampf das relativ Gröbeste, was jene organischen Poren passiren muß, und der bildet darin keinen gewaltsamen Strom, sondern erfüllt sie continuirlich, kann also sehr gut als Vehikel für den Eintritt und Austritt der übrigen noch feineren Stoffe dienen. Dient ja den Fischen doch das Wasser, worin sie leben, zum Vehikel der Luft, welche sie zum Athmen gebrauchen! — Die Chemie zwingt uns nun einmal, wie oben dargethan wurde, zu der Annahme, daß der Sauerstoff durch die gedachs

*) l. c. pag. 34.

gedachten Poren zum Blute gelange, um die an diesem haftende Kohle zu verflüchtigen. Ein Uebertritt an das Blut ist aber auch, bei der menschlichen Respiration wenigstens nur momentan; denn sobald die in jedem Momente an das Blut übertretende Quantität Sauerstoff sich mit einer Quantität Blutkohle vereinigt hat, wie sie dem Verhältnisse des Sauerstoffs zum Kohlenstoffe in der Kohlensäure entspricht (vergl. oben), tritt der alsdann zu Kohlensäure gewordene Sauerstoff augenblicklich in die Luftgefäße wieder zurück.

Ein solches Zurücktreten gleich nach dem Eintreten würde nun freilich sehr viel Paradoxes haben, ja fast unglaublich sein, wenn darin irgend eine Willkürlichkeit oder Zufälligkeit läge. Das Wesentliche dieses Vorganges beruhet aber auf Gesetzen chemischer Verwandtschaft unter der besonderen Modification, welche in der Beschaffenheit des Blutes als eigenthümlich gemischten Saftes des menschlichen Körpers ihren Grund hat; (welche Eigenthümlichkeit auch dem Blute außer dem Körper, z. B. in der Priestley'schen Blase, noch verbleibt). Im Allgemeinen, einige Unbestimmtheit in einzelnen Punkten abgerechnet drückt sich Nitzsch sehr richtig hierüber aus *); denn das Leben selbst hat auf

*) Planum esse videtur chemismum respirationis, quamquam vitam alat, tamen ab ipsa non pendere; sed a sola physica amicitia, quae est inter animalem

auf den chemischen Respirationsproceß als solchen allerdings keinen unmittelbaren bestimmenden Einfluß (s. B.). Mit der Abstoßung hat es übrigens so wie sie Nitzsch angiebt, wol ziemlich seine Richtigkeit, aber die Anziehung können wir leicht richtiger und schärfer chemisch bestimmen; denn darüber gründet sich seine Angabe auf die unrichtige Voraussetzung, daß der Sauerstoff im Blute bliebe und sich mit dem thierischen Stoffe desselben verbände. Gerade der Kohlenstoff nämlich, den an Stärke der chemischen Verwandtschaft zum Sauerstoffe wol wenige Materien übertreffen, scheint sich am natürlichsten als der Bestandtheil des zu den Lungen kommenden Blutes darzubieten, dessen Attraction den Sauerstoff von der eingeathmeten Luft zu trennen und zum Uebertritte an das Blut zu zwingen vermöchte. Da aber der Kohlenstoff (nämlich die Blutkohle) durch eben diesen Uebertritt, wobei er sich mit dem Sauerstoffe verbindet, in Kohlensäure verwandelt und flüchtig gemacht wird; so ist er nun reif zur Ausscheidung, was er vorher nicht war, und wird von dem Blute und insbesondere von dem Cruor, woran er haftete, als ein excrementitieller Stoff und gleichsam als eine feindselige Materie ausgestoßen. — Der Cruor ist

---

lem materiem, inprimis gelatinoso — albuminosam substantiam, et oxigenium, inimicitia contra, quae est inter eandem et acidum carbonicum, induci. — l. c. pag. 45.

ist überhaupt der Träger Dessen, was als loser gebunden zum Umsatze und Wechsel sich am meisten eignet; und überdies ist seine, mit jener an ihm geschehenden Bildung der Kohlensäure verknüpfte Metamorphose von der Art, daß sie jene Abstoßung sehr befördern muß, was wir bald näher zu untersuchen Gelegenheit haben werden.

Schwer einzusehen ist es (und man darf die so oft schon darüber aufgeworfene Frage immer noch wieder erneuern), wie die Vereinigung des atmosphärischen Sauerstoffes mit dem Kohlenstoffe des Blutes zu Kohlensäure in einer so sehr viel geringeren Temperatur vor sich gehen könne, als sie sonst erfordert. Daß jene Vereinigung wirklich statt finde, ist darum dennoch gewiß; auch muß ja ein gelinderer Grad von Verbrennung des Kohlenstoffes in einer eben nicht höheren Temperatur schon in den, den feinsten Lungengefäßen entgegengesetzten, Haargefäßen des größeren Kreislaufes geschehen, wo der noch ganz unverbrannte (gleichsam reducirte) Kohlenstoff (s. oben) zur Blutkohle wird. — Mit einem Berufen auf das Wirken der Lebenskraft und auf Modification des chemischen Processes durch die Vitalität ist jene Schwierigkeit nicht gelöset; zumal da zwischen der Luft und dem Blute auch außer dem Körper eine ähnliche Wechselwirkung erfolgt. Ein Berufen auf die Vitalität kann also nur in der Hinsicht etwa von Gültigkeit sein, als durch die Lebensthätigkeit gerade ein Saft

von der besonderen und unnachahmlichen Mischung, als das Blut ist, hervorgebracht wird; und wir müssen versuchen, ob wir nicht aus uns bekannten Punkten dieser Mischung einigen Aufschluß gewinnen können. —

In den Lungen ist mit dem merkwürdigen Phänomen einer Verbindung des Sauerstoffes und Kohlenstoffes zu Kohlensäure bei so gelinder Temperatur unmittelbar das andere nicht minder merkwürdige verknüpft, daß durch diese Verbindung hier auch keine höhere Temperatur entsteht (was bekannt ist, und in fast jedem physiologischen Handbuche auseinandergesetzt wird); statt daß die Bildung der Kohlensäure durch gewöhnliche Verbrennung eine sehr hohe Temperatur hervorbringt. Es ist also höchst wahrscheinlich, daß beides, nämlich die Bildung der Kohlensäure beim Athmen in so mäßiger Temperatur und ohne Hervorbringung einer hohen Temperatur, daß dies beides (obwol es zweierlei ist) doch auf einerlei Grunde beruhe!

Wir haben in dieser Abtheilung das Eisen des Cruors, wovon in der vorigen (B.) so viel die Rede war, noch gar nicht berücksichtigt. Sollte es aber wol bei dem wichtigsten Punkte des ganzen Respirationsgeschäftes sich so ganz unthätig verhalten? — Das Hinzutreten einer andern begünstigenden und vermittelnden Affinität ist, wie nach dem Obigen anzunehmen ist, das Einzige, woraus

die

die Vereinigung des Sauerstoffes und des Kohlenstoffes, auf die Weise wie sie in den Lungen zu Stande kommt, erklärt werden könnte. Und was schickt sich besser zu einer solchen Vermittelung als gerade das Eisen im Blute? — Wir haben oben (B.) schon durch die Vergleichung der wichtigsten Thatsachen der menschlichen Respiration uns genöthigt gesehen zu schließen, daß die Veränderung des Eisenoxydes im Cruor des Blutes der feinsten Lungengefäße nicht aus dem Ponderabelen als solchem genügend herzuleiten sei. Ebensowenig kommt es aber bei Temperaturverhältnissen, wovon jetzt die Rede ist, auf das Ponderabele als solches an, und doch wird darum kein Unbefangener dem Grunde der Temperatur die Realität absprechen. — Wenn nun beim Entstehen der Kohlensäure in den Lungen die sonst gewöhnlich dabei statt findende Temperatur nicht entsteht, so muß doch wol der Grund dieser Temperatur durch die Modification, die hier der chemische Vorgang hat, zur Hervorbringung einer solchen Temperatur einstweilen unfähig gemacht und gleichsam versteckt werden. Und dies ist es eben, was höchst wahrscheinlich durch die Veränderung des Eisens im Blute beim Athmen geschieht; nämlich durch eben jene auf dem Imponderabelen beruhende Erhöhung der Oxygenqualität des die Farbe des arteriösen Cruors hervorbringenden Eisenoxyds (vergl. B.). —

Wer die imponderabeln Fluida nicht für bloße Gedankendinge hält oder für reine Kräfte (die doch auf solche Weise, wie die Imponderabilien sich darin äußern, in der Erscheinungswelt gar nicht existiren): der muß zugeben, daß das Oxygen in der Kohlensäure nicht durchaus dasselbe sei, was es in der atmosphärischen Luft oder im Oxygengas ist. Wie viel Imponderabeles entweicht nicht bei der Verbrennung der Kohle, bei dem Eingehen des Luftoxygens in die Mischung der Kohlensäure! Eben der höheren Temperatur wegen, die in diesem und ähnlichen Fällen entsteht, nannte van Mons dies jenige Modification die das Oxygen z. B. als Sauerstoffgas hat: Thermoxygen, indem er dadurch andeutete, daß es alsdann das wärmerzeugende Princip noch in besonders reichem Maße in sich enthalte *). Nun ist zwar jener Ausdruck einseitig, weil z. B. bei der Bildung der Kohlensäure durch wahre Verbrennung nicht bloß Wärme sondern auch Licht erscheint, und weil das feinere Princip (wie in dem Falle, wovon wir jetzt reden) von dem Oxygen der Luft sich trennen kann, auch ohne

*) Ich kann nicht umhin, das Studium der Schriften dieses Mannes, und besonders in der hier zur Sprache kommenden Beziehung, seiner Verbrennungstheorie (s. oben) Freunden des Rationellen nochmals dringend zu empfehlen, ungeachtet leicht zu berichtigenden Irrthümer, die im Einzelnen darin vorkommen, und die die Lage der Wissenschaften mit sich brachten.

ohne daß eine bedeutende Wärmeentbindung geschieht. Indeß werden doch dadurch die verschiedenen Zustände, in denen das Oxygen rücksichtlich des mit ihm verknüpften Imponderabelen sich befinden kann, wenigstens namentlich bezeichnet, und einen durchaus adäquaten Ausdruck zu finden, möchte für jetzt große Schwierigkeit haben. —

Es folgt aus dem Gesagten ganz von selbst: der Fall, wo die Bildung der Kohlensäure ohne Temperaturerhöhung geschieht, unterscheide sich von dem, wo sie mit solcher erfolgt, insbesondere dadurch, daß bei diesem das Imponderabele, was der Sauerstoff der Luft an sich hat, mit Zersetzung und daher mit Freiwerden der Wärme, bei jenem hingegen ohne solche Zersetzung und Wärmeentwickelung, von der ponderabelen Basis jenes Sauerstoffes getrennt werde; und daß es folglich in diesem Falle noch unversehrt (in integro) und zu seinen Wirkungen als oxydirendes Princip fähig bleibe. —

Gerade dies ist es ja, was wir für die Veränderung des Cruors in den Lungen eigentlich nöthig haben, und schon oben postuliren mußten. — Indem der atmosphärische Sauerstoff einen Theil seines imponderabeln Inhaltes bei der Bildung der Kohlensäure in den Lungen von sich geben muß, kann das Eisenoxyd des Cruors denselben zu sich nehmen, und dadurch den höheren Oxydationsgrad und die lebhafte Röthe erlangen

(vergl.

(vergl. B.), wodurch es sich in den Arterien auszeichnet. Und da hierbei keine Zerstörung und Zersetzung jenes oxydirenden imponderabeln Fluidums geschieht: so bleibt die Wärmeentwickelung für einen nachfolgenden organischen Vorgang aufbehalten, der in den Haargefäßen des großen Kreislaufes und im Innern der Substanz aller Organe statt findet, woraus dann das Phänomen der allgemeinen eigenthümlichen Temperatur des Körpers entspringt. —

Die Anziehung des Eisens im Blute zu jenem oxydirenden Agens ist aber zugleich auch Das, wodurch die wirkliche chemische Verknüpfung der, einen Theil jenes Agens an das Eisen absetzenden ponderabelen Basis des Sauerstoffes mit der Blutkohle begünstigt wird; und diese Verbindung auf der einen Seite, die damit verknüpfte, Ausscheidung von Imponderabelen aus der Mischung auf der andern, wird hier durch die Affinität des Eisenoxydes zu diesem Imponderabeln bewerkstelligt, da sie sonst durch eine höhere Temperatur gleichsam erzwungen werden muß. — Unsere obige Muthmaßung, daß die Möglichkeit einer Bildung der Kohlensäure in den Lungen ohne Hülfe einer erhöhten Temperatur und ohne Hervorbringung einer hohen Temperatur auf einem und demselben Grunde beruhen möchte, wird also hierdurch bestätiget. — (Daß relativ zur Masse hierbei eine Volumsverminderung des Oxygengas statt finden müsse, leuchtet ein; und wenn Saus-

sure die Erfahrung Lavoisier's dahin bestätigt, daß Oxygengas mit Kohlenstoff zu Kohlensäure verbunden sein Volum (absolut genommen) nicht merklich ändere; so ist dies bei so großer Vermehrung des ponderabelen Gehalts für jene relative Volumsverminderung gerade der beste Beweis). —

Es ist bekannt, daß die Wirkung des im Blute befindlichen freien Mineralaugensalzes auf das Eisenoxyd, bei der Hervorbringung der Blutfarbe eine wichtige Rolle spielt. Sonst glaubte man mit Fourcroy, das Natron im Blute hätte die Function, so viel Phosphorsäure von dem Eisen zu trennen, daß der Cruor ein phosphorsaures Eisensalz mit überschüssigem Oxyd behielte; was aber, der Berichtigung von Berzelius zufolge, heißen muß: das freie Natron im Blute trägt dazu bei, daß das Eisenoxyd des arteriösen Cruors ein hyperoxydirtes Oxyd ist. — Wie es hierzu beitrage, ist wol schwerlich schon ganz in's Klare zu bringen. Sollte nicht vielleicht die von Gay-Lussac und Thenard (bei ihrem in der Hauptsache vergeblichen Streite gegen Davy) entdeckte Fähigkeit der Alkalien, verschiedene Oxydationsgrade selbst in ihrem eigentlich alkalischen (nicht reducirten und nicht combinirten) Zustande annehmen zu können, sollte nicht diese Fähigkeit eben vielleicht das freie Natron im Blute zum Vermittler für jene Hyper-

oxyda-

oxydation des Eisens machen? — Wenn nach Schübler das Blut am galvanischen Minus-Pole durch, zu diesem hinüberwanderndes, freies Natron scharlachroth wird (s. oben B.), während an den gegenüberliegenden Plus-Pole sich zugleich Sauerstoffgas entwickelt; so ist es wirklich höchst wahrscheinlich, daß hierbei das Natron ein Uebermaß des oxydirenden Princips von dem Plus-Pole empfange, und in der Gegend des Minus Pols (zu welchem es als Alkali hinübergezogen wird) an das Eisenoxyd absetze, weil die negative (oder basische oder hydrogenartige) Wirksamkeit des Minuspols das Natron zwingt, jene übermäßige Menge von dem entgegengesetzten Agens wieder abzulegen. Das weitergehende Wirken des noch stärkeren Minuspols, wodurch er das Natron zwingt, jenes Agens ganz abzulegen, ist hiervon nur ein höherer Grad; und dann wird das Natron zu Natronium, zu Metall. — Zur Vermeidung von Mißverständnissen muß bemerkt werden, daß das Agens, des Plus-Poles, womit das Natron sich belädt, nicht das Sauerstoffgas ist, sondern dasselbe Princip, wodurch am Pluspole dieses Gas zur Entwickelung gebracht wird, und welches wir daher das oxydirende Princip nennen. Eben so ist ja das Agens, welches am Minus-Pole die Alkalien zur Ablegung des oxydirenden Princips, und am Ende des ganzen Oxygens, zwingt, nicht das an

selbi-

selbigem Pole gebildete Wasserstoffgas, sondern das des=oxydirende, alkalisirende, metallisirende (oder wie man es sonst nennen will) Princip. — Daß die Laugensalze in ihrem wirklich alkalischen Zustande ponderabeles Oxygen enthalten, wird mit dem Gesagten, wie sich von selbst versteht, eben so wenig geleugnet, als daß das Eisenoxyd bevor es jene hyperoxydirte (mit van Mons zu reden: thermoxydirte) Beschaffenheit als Träger der Farbe des Arterienblutes annimmt, schon ponderabeles Oxygen besitze. Selbst verschiedene Mengen von diesem letzteren bei den verschiedenen Oxydationsstufen vertragen sich sehr wohl mit unserer Ansicht. Es ist aber nun zur Genüge gezeigt worden, daß man mit den verschiedenen Mengen des Ponderabelen, und mit dem Ponderabelen überhaupt, bei einer gründlichen und umfassenden Betrachtung der Veränderung des Blutes durch's Athmen (die wir übrigens hiermit keinesweges als vollendet ansehen) nicht ausreiche, und nie ausreichen könne und werde.

Hiermit wären wir ja also dennoch auf das Physikalische zurückgekommen? (Vergl. B.). — Ja freilich! aber auf ganz andere Weise! — Wir haben unseren Vorsatz (s. diese Abtheilung zu Anfange) uns auf das Imponderabele nicht anders einzulassen, als wenn wir auf seine Berücksichtigung durch das Ponderabele selbst geführt, und durch die, an diesem vorkommenden, Veränderungen

derungen gezwungen würden, streng gehalten. — Ist aber nicht das oxydirende Princip, was zuletzt eine so wichtige Rolle spielte, selbst eigentlich Elektricität? und wurden nicht oben (B.) die elektrischen Erklärungen der Veränderungen beim Athmen verworfen? Allerdings! in der Form, wie wir sie dort antrafen, waren sie unhaltbar; denn man gestattete dem Galvanismus und der atmosphärischen Elektricität als solchen einen unmittelbaren und beständigen, bestimmenden Einfluß auf die Veränderung des Blutes und der Luft beim Athmen; dahingegen nach unserer Ansicht die elektrischen Veränderungen nur die chemischen, als unmittelbar damit verknüpft, begleiten; und der Galvanismus, wo er in eigends dazu angestellten Experimenten auf die Blutfarbe und so weiter wirklich influirt, nach unserer vorhin gegebenen Erklärung dies nur durch Vermittelung seiner Wirkung auf die gröbere Blutmischung, auf Veränderungen in den Verhältnissen des Ponderabelen in diesem Safte thut. — Gebundene, in dem Chemismus selbst befangene Elektricität ist ganz etwas Anderes, als freie, ungeachtet sie von dieser abstammen, und ihr im Reellen und Substantiellen gleich, oder doch sehr ähnlich, sein mag. Die, mit den ponderabeln Stoffen chemisch verknüpfte, Elektricität, das gebundene Elektricum, wird selbst die Chemie nie aus ihrem Gebiete zu verbannen vermögen; und das Imponderabele verirt

sie

sie unaufhörlich, und spielt ihr so zu sagen. Streiche, weil sie sich nur auf das Ponderabele einlassen kann, und dennoch jenes immer mit in diesem steckt, und bei den Veränderungen von diesem mitwirkt. Die, bloß chemische, Chemie, die Chemie des Ponderabelen ist für alle Zeiten höchst einseitig und unvollkommen, weil es dem Schöpfer nie gefallen wird, die Imponderabilien aus seiner Schöpfung wieder wegzunehmen; nur die physikalische Chemie, die Chemie mit der Physik zusammen, ist die ächte und vollständige; aber sie ist auch in ihrem Gange, wo möglich, noch unsicherer als jene. — Unphysikalische Chemiker können, um zur Erkenntniß zu kommen, sich an nichts Besserem spiegeln, als an den Materien, die der lebende Organismus hervorbringt. Es möchte z. B. der allgemeineren Chemie wol sehr schwer werden, ein Eisenoxyd von solcher Reinheit und Höhe der rothen Farbe darzustellen, als es oft genug im thierischen Blute angetroffen wird. Warum anders, als weil nur diese organische Mischung im Stande ist, jenes Oxyd mit Imponderabelm so zu übersättigen?

Im Bisherigen ist, dem Vorsatze gemäß und um eine reinere Ansicht zu haben, immer nur die Respiration, wie sie beim Menschen ist, das Object der Untersuchung gewesen. Von jetzt an wird es zuträglich die Respiration anderer Thiere in vergleichende Betrachtung zu ziehen. —

Schon

Schon oben (B. zu Anfange) wurde, um vorläufig zu zeigen, daß die Blutfarbe nicht von der ponderabeln Basis des Oxygens abhänge, die Bemerkung gemacht, daß diese Farbe weniger lebhaft, und in den Arterien weniger von der in den Venen unterschieden sei gerade bei solchen Thieren, die wirklich ponderabelen Sauerstoff der Atmosphäre entziehen, ohne ihn zurückzugeben (s. oben); namentlich bei den kaltblütigen Thieren (vergl. A.). — Jetzt können wir den Grund, warum das Blut bei diesen die beträchtliche Röthe nicht bekommen kann, etwas bestimmter angeben. Würde bei dem Menschen auch atmosphärischer Sauerstoff bleibend in's Blut aufgenommen, so könnte dieser Grund darin bestehen, daß wie Provencal und Humboldt anmerken, der Verbrauch jenes Sauerstoffes namentlich bei der Respiration der Fische ganz unverhältnißmäßig viel geringer ist, als bei der des Menschen (vergl. I. B.). Da aber bei letzterer der Sauerstoff (seinem Wägbaren nach) sämmtlich an die Atmosphäre wieder zurückgegeben wird, so muß jener Grund in der verschiedenen Art der Respiration und nicht etwa bloß in ihrer verschiedenen Energie, als solcher, liegen. Nun gelangt zwar bei der menschlichen Respiration kein ponderabler Sauerstoff aus der Atmosphäre in die wirkliche Circulation; dafür aber wird eine desto größere Menge desselben für einen Augenblick aufgenom-

genommen, um die Kohlensäure zu bilden und oxydirendes Princip an den Cruor abzusetzen (s. oben); und da es für die Bildung der Blutfarbe auf letzteres hauptsächlich ankommt, so muß natürlich der Effect in dieser Hinsicht beim Menschen viel größer sein, als bei den kaltblütigen Thieren von dem wenigen ponderabelen Oxygen, das sie bei ihrem Athmen verbrauchen, und das wirklich in ihre Blutmasse übergeht. Auf der andern Seite muß die Bildung der Kohlensäure bei den kaltblütigen Thieren (auch verhältnißmäßig) viel geringer sein, als beim Menschen; was sie denn wirklich ist (s. A.). —

Es läßt sich überhaupt noch zweifeln, ob bei den Thieren anderer Klassen (die beiden obersten ausgenommen, wo die Werkzeuge und die Resultate der Respiration am meisten mit denen beim Menschen übereinstimmen) der atmosphärische Sauerstoff in die, aus ihren Respirationsorganen hervorkommende, Kohlensäure eingehe? ob der Sauerstoff dieser Kohlensäure bei ihnen nicht aus dem Blute komme, und hingegen der atmosphärische, den sie verbrauchen, alle in ihr Blut übergehe? Kurz, es hat viel Wahrscheinliches, daß je näher der untersten Stufe des Thierreichs, desto mehr selbst die Thätigkeit der speciellen und eigentlichen Respirationsorgane in ihrer Art und Weise sich der sogenannten respirirende Thätigkeit der allgemeinen Integumente

des

des Körpers nähere; deren Aehnlichkeit mit der wahren Respiration, wenigstens bei den höheren Thieren und dem Menschen wol mehr eine äußere und scheinbare, als eine wesentliche ist (m. vergl. mein Lehrb. d. Physiol.). —

Daß die Thiere mit einer solchen unvollkommneren und so zu sagen gröberen Respiration zugleich kaltblütige, d. h. solche sind, deren Temperatur sich wenig von der des umgebenden Mediums unterscheidet, ist nun sehr begreiflich; denn ihre Respiration ist nicht etwa nur schwächer (sie ist ja vielmehr in der Hinsicht, als das Blut dabei von derabeln Sauerstoff gewinnt gewissermaßen stärker), sondern sie ist für die thierische Wärme durch ihre Art und Weise ungünstiger, als bei den warmblütigen Thieren; wo die Lungen eine solche Menge von jenem imponderabeln Agens dem Cruor verschaffen, das nachher, bei dem Uebergange dieses Cruors in venösen Cruor, zersetzt wird, und dadurch die vornehmste Quelle der hohen Eigenwärme dieser Thiere ist (m. vergl. in eben jener Schrift das Kap. v. d. thier. Wärme). —

Die kaltblütigen Thiere haben überhaupt viel weniger Cruor, und daher auch keine rothen Muskeln. Wie es sich mit der relativen Menge des Eisens in ihrem Blute und überhaupt mit dem Eisen darin verhalte, ist uns leider noch unbekannt. Ja sogar über das Verhältniß der Quantität des Eisens in dem arteriösen und venösen

Blute

Blute des Menschen haben wir zwar wol Behauptungen aber keine Gewißheit. — Von der ganzen Verschiedenheit des Blutes kaltblütiger und warmblütiger Thiere kennen wir durchaus nur das Gröbeste, die allgemeinsten und nächsten Bestandtheile Betreffende. (Selbst Preißaufgaben über das Blut des menschlichen Embryo bleiben ja ungelößt). —

Bei dieser Lage der Dinge ist es wol sehr mißlich, über die nur bei kaltblütigen, und mit Sicherheit noch gar nicht bei warmblütigen Thieren wahrgenommene Resorbtion des Stickgas beim Athmen (s. A.) sich weiter zu äußern. Die Production des Stickgas, die man bei warmblütigen Thieren oft wahrnahm (ebend.), ist weniger merkwürdig; sie ist eine ziemlich natürliche Aeußerung des (überhaupt azotisirenden) thierischen Lebensprocesses. Aber die Resorbtion jenes Gas scheint eine Abweichung und gleichsam eine Rohheit des Athmens (verglichen mit dem menschlichen) zu sein, die mit der wirklichen Resorbtion des Sauerstoffes bei dem Athmen solcher Thiere im Zusammenhange steht. Hier sind die Hildebrandt'schen Bemerkungen sehr anwendbar (s. oben A.). Aller Wahrscheinlichkeit nach (aus Gründen, die aus den neuesten Entdeckungen der Chemie selbst herfließen) ist der Stickstoff gar keine eigentliche Elementarmaterie und die azotische Luft eine nur mehr hydrogenisirte und weniger oxygenisirte Halbschwester gleichsam der

atmosphärischen Luft (was ich nach physiologischen Gründen schon vor vier Jahren nicht allein behauptet, sondern auch auseinandergesetzt habe). Zwischen der atmosphärischen Luft und der brennbaren steht die azotische Luft so zu sagen in der Mitte; und die, nach unten hin im Thierreiche zunehmende, Fähigkeit der Thiere, auch in, für die höheren Thiere irrespirabelen, Gasarten fortzuleben (A.), scheint ihr Vermögen, den atmosphärischen Stickstoff wirklich beim Athmen mit in die Säftemasse aufzunehmen, noch mehr zu erläutern. —

Die menschliche Respiration wird erst bei eintretenden Hindernissen ihres regelmäßigen Ganges zuweilen der Respiration der kaltblütigen Thiere ähnlicher; indem nach Allen und Pepys bei angestrengter Fortsetzung des Athmens in derselben Luft auch die menschlichen Lungen atmosphärischen Sauerstoff wirklich resorbiren (s. A.). Hierbei nämlich wird theils die Capacität der Luft, in welcher zu anhaltend fortgeathmet wird, für die Kohlensäure wegen Ueberladung mit dieser vermindert, und theils mag auch, ein den gehörigen Wechsel der Stoffe störender, halbgelähmter Zustand der Lungen, und insbesondere ihrer Poren (s. oben) eintreten; wodurch dann ein Theil der, im Blute durch atmosphärischen Sauerstoff gebildeten, Kohlensäure (s. oben), und folglich mit ihr ein Theil jenes Sauerstoffes, in der Circulation zurückbleiben muß. Daß dies von Dem, welcher ein solches

Athmen verrichtet, nicht lange ertragen werden kann, ist sehr begreiflich. — Ungeachtet nun in diesem Falle dem äußern Resultate nach die menschliche Respiration der der Thiere anderer Klassen ähnlicher wird; so ist doch die gewöhnliche und ungezwungene Resorbtion des Sauerstoffes bei letzteren ganz etwas Anderes, da sie bei ihnen auf die abweichenden inneren Verhältnisse der ganzen thierischen Oekonomie sich gründet (s. oben). —

Daß die Production der Kohlensäure, wie eben jene Chemiker fanden, ihr bestimmtes Maß hat, und auch bei möglichst oft wiederholten Athemzügen eine gewisse (die gewöhnliche freilich übertreffende) Menge jenes Products nicht überschritten wird; dies muß in der Blutmischung selbst seinen Grund haben, welche in einer gegebenen Zeit der gegebenen äußern Bedingungen zu mehrerer Production ungeachtet, doch nur ein bestimmtes Quantum von Kohlenstoff zur Bildung der Kohlensäure zu liefern vermag. — Was ist überhaupt dieser Kohlenstoff? und woher kommt er insbesondere in der Form (als wirkliche Kohle) die er an dem Cruor des venösen Blutes hat? — Dies sind Fragen, welche weit über die Gränzen unserer jetzigen Untersuchung gehen; deren Beantwortung aber auch vielleicht noch weit außer den Gränzen der Fähigkeit der heutigen Naturwissenschaft liegt. Es kann warnen, sich die Sache nicht zu leicht zu machen, wenn man bedenkt, daß das Eisen mit der Kohle, mit

der es auch an jenem Cruor zusammen sich befindet, überhaupt eine so große Verwandtschaft hat; daß die Kohle ihrer Basis nach wahrscheinlich auch metallisch ist (so wie wol nach den jetzigen Schriften der Chemie zu urtheilen nur wenig Ponderabeles mit nicht-metallischer Basis übrig bleiben möchte); und daß man ja eben so wenig weiß, woher das Eisen im Körper kommt, als woher die Kohle bei dem Eisen gerade an den Cruor des Blutes geräth. — Noch eine Bemerkung, die für uns jetzt mehr zur Sache gehört, schließt sich hieran. Nämlich, daß das Blut der kaltblütigen Thiere, welches (sehr wahrscheinlich wenigstens) ärmer an Eisen ist, als das der warmblütigen (vergl. oben), auch zugleich in dem Cruor der Venen ärmer an Kohle ist. Daher die selbst relativ so sehr viel geringere Production der Kohlensäure durch die Respirationsorgane; daher die weniger dunkle Farbe des venösen Blutes der kaltblütigen als der warmblütigen Thiere und des Menschen bei zugleich (verglichen mit diesen) dunklerer Farbe des arteriösen Blutes von jenen (s. oben); u. s. w.

In der vorstehenden Betrachtung über den chemischen Athmungsproceß wurde bei allen wesentlichen Punkten auf das lebendige Athmungsorgan, die Lunge, keine Rücksicht genommen; und dieß durfte auch nicht geschehen, da ja die Veränderung des Blutes auf ganz ähnliche Weise auch außer dem

dem lebenden Körper erfolgt (s. oben). — Eine mitbestimmende Wirksamkeit haben wir indeß für mehrere besondere Erscheinungen und Abweichungen jenes Processes theils hier, theils weiter oben (B. gegen das Ende) der organischen Thätigkeit der Lunge schon einräumen müssen. Es ist aber der Mühe werth zu untersuchen, auf welche Weise zu dem materiellen Vorgange des Athmens, unbeschadet dem Chemismus desselben, die Lungenthätigkeit regelmäßig und für gewöhnlich mitwirke? — ein Punkt, worüber leider in der Physiologie noch immer die größeste Dunkelheit schwebt! —

Einiges Licht geben uns die Bemerkungen schon oft genannter vortrefflicher Anatomen über die Poren in den sogenannten Lungenzellchen, welche nicht wie immer sich gleich bleibende todte Oeffnungen, sondern wie veränderliche und organisch-bewegsame (s. oben) Durchgangs-Kanälchen zu betrachten sind; (sie mögen übrigens so kurz sein als sie wollen). Es versteht sich nun wol von selbst, daß diese organischen Poren bei dem Momente des Einathmens nicht gerade in derselben Verfassung sein können, als bei dem des Ausathmens. Bei dem Einathmen dehnt sich die Lunge aus, die kleinen Gefäße derselben, zwischen denen jene Poren Uebergänge bilden, erweitern sich und so ohne Zweifel auch die Poren. Bei dem Ausathmen contrahirt sich die Lunge, die Gefäße, welche ihr Parenchyma bilden, kriechen in sich zusammen, und die Poren

müssen sich wenigstens verengern, wenn sie sich auch nicht ganz schließen (was vielleicht nur zuweilen bei krampfhaften Zufällen geschieht). —

Die Kiemen sind wirkliche, in den verschiedenen Thierklassen mehr oder weniger zusammengefaltete Membranen, und auch an ihnen beobachtet man ja eine in abwechselnder Contraction und Expansion bestehende Bewegung. Die blasenförmigen Lungen der Amphibien zeigen auch noch sehr deutlich das Membranartige. Aber auch die Lunge der warmblütigen Thiere und insbesondere des Menschen kann man, wenn man alle die zersplitterten kleinen Luftröhrenende zusammenrechnet, wie Eine große mit Blutgefäßen durchwebte Membran betrachten, welche sich abwechselnd ausdehnt und zusammenzieht, und dabei ihre, in jene Blutgefäße eindringenden, feinen Poren bald erweitert und bald wieder verengert. Wir sehen also diese, auf Stoffwechsel abzweckende, Ausdehnung und Zusammenziehung, die bei organischen Geschöpfen der untersten Stufen am ganzen Körper vorkommt, hier an einem besonderen Eingeweide selbst noch im menschlichen Körper gleichsam wiederholt; und dieses, die wichtigste äußere Lebensverrichtung des höheren Thierlebens ausübende, Organ (vergl. I. A.), stellt uns die einfachste Aeußerungsart des thierischen Lebensprocesses wieder dar; nur mit den Unterschieden, daß der materielle Vorgang selbst viel complicirter ist, indem er nur eine bestimmte Function eines größeren zusammengesetz-

gesetzteren Organismus darstellt, und daß die Bewegungsthätigkeit des functionirenden Organs unter der Herrschaft des Nervensystems steht (I. F.), auf welches die ganze Function in einem solchen Organismus sich vorzugsweise bezieht. — Aehnliche auf Stoffwechsel abzweckende Expansionen und Contractionen als die der Lungen gehen übrigens, nur noch mehr im Kleinen und im Verborgenen, in dem ganzen Gebiete der Ernährungsthätigkeit gewiß sehr viele vor. —

Ungeachtet nun der in dem Blute der Lungens Haargefäße vorgehende chemische Proceß als continuirlich, und nicht als abwechselnd unterbrochen, angenommen werden muß, so kann doch für den eigentlichen Uebergang der Stoffe aus jenen Blutgefäßen in die Luftgefäße, und umgekehrt, die abwechselnde Contraction und Expansion der Lungensubstanz und die abwechselnde Veränderung des Zustandes jener Poren nicht gleichgeltend sein; und es findet hier wahrscheinlich eine Correspondenz zwischen dem äußerlichen Vorgange des Athemholen und diesem innerlichen statt. — So wie nämlich dem Aeußerlichen nach die Inspiration zur Aufnahme und die Exspiration zur Ausstoßung des Materials des Athmungsprocesses dient; so möchte auch wohl die Expansion des Gefäß-Parenchyma der Lungen bei dem ersteren jener Momente vorzugsweise zur Aufnahme des eingeathmeten Stoffes in das Blut, und die Contraction jenes Parenchyma

bei

bei dem zweiten Momente zur Ausstoßung des aus-
zuathmenden Stoffes aus dem Blute geeignet sein.
Bei der Inspiration erweitern sich mit den Luft-
gefäßen auch die Blutgefäße der Lungensubstanz,
und so kann der atmosphärische Sauerstoff durch
die, zugleich sich weiter öffnenden, Poren um so
leichter in die Blutgefäße eintreten (vergl. oben).
Bei der Exspiration hingegen wird aus den sich
verengernden und in sich zusammenkriechenden Bluts-
gefäßen der mit dem Kohlenstoffe vereinigte Sauer-
stoff (einen Theil seines imponderabeln Gehalts ab-
gerechnet; s. oben) wieder in die Luftgefäße hin-
übergetrieben, durch deren nun ebenfalls geschehende
Verengerung er alsdann dem Ausgang näher ge-
langt. Es ist bei jenem Hinübertreiben der Kohlen-
säure (und des Wasserdampfes) aus den Bluts-
gefäßen in die Luftgefäße wol zu bedenken, daß
zwar die Poren zwischen beiden sich während des
Ausathmens verengern (s. oben), bei dem Anfan-
ge des Ausathmens aber durch die vorausgehende
Inspiration gerade am meisten erweitert sind. —
Auf das Material des Athmens wirkt also die
Bewegung der Lunge gleichsam wie ein Druckwerk,
welches durch Oeffnungen (Ventile) abwechselnd Flüs-
sigkeit einzieht und austreibt, ohne hierbei jedoch
sich eigentlich davon zu entleeren. —

Es wird immerfort Kohlensäure gebildet in
den feinsten Blutgefäßen der Lunge, und immerfort
Blutcruor oxydirt; es ist immerfort atmosphärischer

Saus

Sauerstoff in dem Gefäß-Parenchyma der Lunge. Aber die Expansion und die Erweiterung der Poren dieses Parenchyma beim Einathmen bewirkt eigentlich die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft; und die Verengerung beim Ausathmen bewirkt (zwar nicht die, vielmehr immerfort geschehende Bildung, aber doch) die wirkliche Ausstoßung der Kohlensäure aus dem Blute. — Aehnlich wie hier die Blutgefäße in den Lungen nie leer werden von Sauerstoff und nie ohne chemische Thätigkeit ihres Inhaltes sind, ist ja auch die Lunge überhaupt nie leer von Luft (selbst beim stärksten Ausathmen nicht); und es ist immer in ihr Luft von der Qualität der inspirirten mit anderer von der Qualität der exspirirten zusammen enthalten, nur mit Uebergewicht von jener beim Einathmen und mit Uebergewicht von dieser beim Ausathmen. So enthalten die feinsten Pulmonalgefäße immer schon gebildete Kohlensäure und noch nicht zu Kohlensäure gebildetes Oxygen zugleich; aber von letzterem eine absolut- und relativ-größere Menge bei ihrer Expansion zur Zeit des Einathmens, und eine geringere bei ihrer Contraction während des Ausathmens, (und zwar eine relativ-geringere vorzüglich beim Anfange dieses Respirationsmoments, eine absolut-geringere insbesondere zu Ende desselben).

Man kann aus dem eben Gesagten leicht abnehmen, daß das in den Lungenvenen befindliche Blut keinesweges abwechselnd oxydirt sein werde

und

und wieder nicht; daß es namentlich während des Ausathmens nicht dunkel, und nur während des Einathmens hell sein werde. Doch muß die verschiedene Stimmung, die feinere und gelindere Abweichung, worin der Chemismus des Lungenblutes sich abwechselnd während der entgegengesetzten Momente des Athemholens befindet auf die Beschaffenheit und die Wirkungen der aus den Lungen zurückkehrenden Blutmasse wol einigen Einfluß haben. Daher könnte außer jenen mechanischen Verhältnissen der Respirationsmomente zu der Circulation im Hirne (I. F. 7. u. 8.) auch wol eine damit harmonirende Wirkung der eben betrachteten Modificationen des Chemismus in den Lungen während jener Momente auf das Hirn statt finden (vergl. I. F. Schlußbemerkungen). — Es würde uns zu weit führen, wenn wir die Anwendung, die sich hiervon auch auf die Abweichungen des Athemholens und des Gehirnzustandes im Schlafe und in gewissen Krankheiten machen läßt, speciell ausführen wollten; doch wird Jeder, der das oben Vorgetragene (II. C.) mit dem vorhin Gesagten sorgfältig vergleicht, die Folgerungen, wobei indeß gehöriges Maß zu halten ist, leicht von selbst finden.

Der eben betrachtete, mit dem Chemismus näher verknüpfte, mehr innere organische Mechanismus des Athemholens mag nun wol in der Hauptsache bei den Amphibien und selbst bei durch Kie-

men

men athmenden Thieren viel Analoges finden. So wie aber schon seinem Aeußern nach bei diesen Thieren der Chemismus der Respiration gröber ist als bei dem warmblütigen (vergl. A.), und so wie er dies ist auch seinem Innern nach in Beziehung auf das Blut (s. oben): so muß auch wol der mit diesem Chemismus zunächst verknüpfte Mechanismus der Respiration bei den Thieren anderer Klassen eine gröbere Modification haben. Ueberhaupt sind bei niederen Thieren die Organe im Ganzen zwar kleiner, die kleineren Theile in diesen Organen hingegen verhältnißmäßig gröber und größer, als bei den Thieren der obersten Klassen; und der Mensch übertrifft an Feinheit seiner feineren Organisation (d. h. der inneren Textur der Theile) alle übrigen Thiere. — Insbesondere sind wahrscheinlich die Poren der Blutgefäße des Respirationsorgans bei den kaltblütigen Thieren ebensowol größer, als bei denselben nach Proportion des ganzen Körpers die feinsten Blutgefäße selbst, die Blutkügelchen u. s. w. eine beträchtlichere Größe haben wie bei den feiner organisirten höheren Thieren und vorzüglich beim Menschen. Die viel feinere Organisation des Respirationsorgans im Ganzen bei den letzteren fällt am meisten auf, wenn man damit die so rohe Textur der Lungen bei den Amphibien vergleicht. —

Mit diesem Unterschiede im inneren Bau der Athmungswerkzeuge mag es zum Theil zusammenhängen, was freilich übrigens auch von der über-

haupt

haupt abweichenden Sanguification herrührt (s. oben); daß bei den kaltblütigen Thieren unbestimmter durch einander und ohne so genaue Auswahl Stoffe durch das Respirationsorgan nicht nur excernirt, sondern auch in die Circulationswege aufgenommen werden (s. A.).

Der Stoff unter allen, der bei Thieren sich zu solchem Uebergange in die (arteriöse) Circulation am wenigsten eignet, den sie alle am wenigsten vertragen, ist der Kohlenstoff in seinem mehr oder weniger verbrannten Zustande (als Kohlensäure oder Kohle); also gerade das Product der venösen Sanguification, die Schlake, so zu sagen, des chemischen Ernährungsprocesses, welche durch das Respirationsorgan ausgestoßen werden sollte.

Dieses Ausstoßen kann bei dem Menschen in dem Falle nicht gehörig geschehen, wo das Athmen von einerlei Luft mit willkürlicher Anstrengung zu lange fortgesetzt wird (s. oben); denn außerdem gelangt kein verbrannter Kohlenstoff, ungeachtet sich solcher in den feinsten Lungengefäßen immer befindet, in die arteriöse Circulation. — In jenem Falle aber wo dies geschah bemerkten Allen und Pepys (vergl. A.) zweierlei für uns merkwürdige Folgen. Erstens nämlich war dann das Athmen von peinlichen Umständen, von Gefühlen der Angst und Beklemmung begleitet; was ein Beweis ist, daß der Lungennerve (I. F. 2. u. 4.) ungeachtet er den chemischen Proceß des Athmens nicht eigentlich und

direct

direct beherrscht (I. E. 2.) doch durch eine solche Regelwidrigkeit dieses Processes stark afficirt wird. Zweitens aber fanden sie, daß in dem Maße, wie die Menge des Sauerstoffs in der (ohne Erneuerung zum Athmen fortgebrauchten) Luft abnimmt (der Kohlenstoff also mehr und mehr in die arteriöse Circulation übergeht) auch das Bewußtsein verhältnißmäßig abnimmt. Wenn wir das, was über die Wirkung des venösen Blutes auf das Organ des Bewußtseins nämlich das Hirn und über die des arteriösen auf dasselbe (vergl. I. F. 7. 8. u. II. C.) schon vorgetragen ist, hiermit vergleichen, so finden wir, daß jene Abnahme des Bewußtseins in dem eben genannten Falle eben so sehr eine Folge der entzogenen Einwirkung des Oxygens als der regelwidrig vermehrten des Kohlenstoffes auf das Sensorium sei. Und wir erkennen hier noch einmal den genauen Zusammenhang und die Nothwendigkeit der Wechselwirkung zwischen der Respiration und dem Leben des Nervensystems.

* *

Hiermit kann unsere Untersuchung als in sich selbst beschlossen angesehen werden, denn wir sind jetzt nach langen Umwegen auf denselben Punkt wieder zurückgekommen, von dem gleich anfangs (I. A.), damit wir uns gehörig orientiren könnten,

die

die Betrachtung des gesammten Respirationsgeschäftes ausging. —

Das im Ganzen so auffallend gleichmäßige Fortschreiten der Entwickelung des Nervensystems und des Respirationsapparats im Thierreiche führte zu der Betrachtung über die Abhängigkeit der Bewegungen dieses Apparats von willkürlicher und unwillkürlicher Gehirnthätigkeit. An die Erfahrungen über das Uebereinstimmende jener Bewegungen selbst mit bewuſtlosen Hirnzuständen, knüpfte sich eine nähere Nachforschung über den Gang des früheren Untersuchens der Abhängigkeit des Athemholens vom Nervensysteme, bis wir endlich über den organischen Mechanismus dieser lebenerhaltenden Bewegung eine in sich zusammenhängende Theorie aufstellen konnten. Die mancherlei sonderbaren und abweichenden Modificationen der Respirationsbewegung, zu denen wir nachher übergingen, erhielten aus jener Theorie Erläuterungen, durch welche umgekehrt auch sie wieder bestätigt wurde. Bei den Abweichungen des Athemholens im Schlafe und in Krankheiten fanden wir, als wir sie theoretisch beleuchteten, daß die Beschaffenheit des auf das Hirn wirkenden Blutes und durch dessen Vermittelung die Veränderung des Blutes beim Athmen sehr vielen Einfluß auf jene Abweichungen hatten. Dies war der Uebergangspunkt zur Untersuchung des chemischen Respirationsprocesses, dessen Getrenntheit von dem Respirationsmechanismus und dem Nervenleben, aber

auch

auch dessen Beziehung zu beiden, anerkannt und erörtert wurde. Bei dieser ganzen letzten Untersuchung beseitigten wir die, zu sehr in's Unbestimmte gehenden, Hypothesen und hielten uns so nahe als möglich an sicher und beglaubigt scheinende Thatsachen; aber zuweilen konnte es nicht vermieden werden, einmal einen flüchtigen Blick in weite Ferne zu werfen — und selbst Beobachtungen können ja täuschen! — Am Ende sind wir nun durch ganz specielles Nachforschen über den chemischen Athmungsproceß und die zunächst damit verknüpfte organische Thätigkeit wieder auf das Nervensystem und die schädlichen Wirkungen gekommen, die es augenblicklich durch Fehler jenes Vorganges erfährt; und so hat insbesondere die genaue Verknüpfung des Lungenlebens und des Hirnlebens, welche die Einleitung machte, auch den Beschluß gemacht.

Ohne daß wir gerade Freunde des Systemezimmerns wären, darf in uns doch das durchgängige leichte Ineinandergreifen aller Theile einer so weitschichtigen Untersuchung über einen so vielseitigen und in sich selbst verwickelten Vorgang wol einiges Zutrauen erwecken; indem bei einer falschen Methode und irrigen Grundsätzen solche innere Uebereinstimmung schwerlich zu erzielen ist. Doch wird hiermit keine Fehllosigkeit und Untrüglichkeit behauptet; ja nicht einmal eine wahrhaft systematische Vollständigkeit des Vorgetragenen. Irren ist des Menschen Loos und sein Wissen ist Stückwerk. Es wer-

den

den Andere auftreten, und vervollkommnen, was mangelhaft, und klar machen, was dunkel ist; denn die Wissenschaft nicht, sondern nur das Forschen des einzelnen Menschen ist in engen Gränzen befangen. Auf die Lücken, wo sie bei der Untersuchung sich zeigten, wurde sorgfältig hingedeutet, und darin besteht bei der Betrachtung des Respirationschemismus vielleicht ihr meistes Verdienst. Es geschieht ihr Ehre genug, wenn man sie (was ja ihre Ueberschrift ist) für eine freiere Aussicht auf eine künftige vollkommnere Theorie des chemischen Athmungsprocesses gelten lassen will.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bartels, Ernst Daniel August,

Die Respiration als vom Gehirn abhängige Bewegung und als chemischer Proceß nebst ihrer physiologischen und pathologischen Abweichungen

Breslau 1813

Anat. 46 f
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10367690-1